



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

ÚSTAV MANAGEMENTU

INSTITUTE OF MANAGEMENT

**NÁVRH VÝROBNÍHO PROCESU SE ZAMĚŘENÍM NA
ZMĚNY LAYOUTU**

THE STUDY OF THE MANUFACTURING PROCESS WITH A VIEW TO CHANGE THE LAYOUT

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Zbyněk Tylich

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

BRNO 2016

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Tylich Zbyněk, Bc.

Řízení a ekonomika podniku (6208T097)

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně a Směrnicí děkana pro realizaci bakalářských a magisterských studijních programů zadává diplomovou práci s názvem:

Návrh výrobního procesu se zaměřením na změny layoutu

v anglickém jazyce:

The Study of the Manufacturing Process with a View to Change the Layout

Pokyny pro vypracování:

Úvod

Popis podnikání ve výrobním podniku se zaměřením na:

- výrobní portfolio
- výrobní proces
- výrobní systém

Definice cíle

Analýza zavedení nového výrobního systému

Teoretické vyhodnocení přístupů pro návrh řešení

Návrh realizace změn pro výrobní proces

Podmínky realizace a přínosy

Závěr

Použitá literatura

Přílohy

Seznam odborné literatury:

JUROVÁ,M. a kol. Výrobní procesy řízené logistikou. 1.vyd. Praha Albatros Media, 2013, 260s. ISBN 978-80-265-0059-9.

KAVAN,M.Výrobní a provozní management. 1.vyd.Praha: Grada Publishing, 2002, s.424, ISBN 80-247-4099-5.

KOŠTURIAK,J., Kaizen : osvědčená praxe českých a slovenských podniků . Brno: Computer Přes,s 2010, 234s. ISBN 978-80-251-2349-2.

KOŠTURIAK,J. CHALÍ,J. Inovace vaše konkurenční výhoda. Brno: Computer Press, 2008, 164s. ISBN 978-80-251-1020-7.

UČEŇ,P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha: GRADA Publishing, 2008, 190s. ISBN 978-80-247-2472-0.

RASTOGI, M. Production and operation management. Bangalore: University science press, 2010. 168 s. ISBN 978-938-0386-812.

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Marie Jurová, CSc.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2015/2016.

L.S.

prof. Ing. Vojtěch Koráb, Dr., MBA
Ředitel ústavu

doc. Ing. et Ing. Stanislav Škapa, Ph.D.
Děkan fakulty

V Brně, dne 24.3.2016

ABSTRAKT

Diplomová práce se zaměřuje na návržení nového layoutu výrobní haly ve strojírenské společnosti PSP Pohony a.s. Společnost se zabývá výrobou průmyslových převodovek, spojek a brzd. Na základě provedené analýzy materiálového toku hodnot a špagetového diagramu současného stavu podniku, je navrženo nové uspořádání jednotlivých pracovišť tak, aby došlo k optimalizaci materiálových toků ve výrobě a ke snížení průměrné doby výroby.

ABSTRACT

This thesis focuses on design a new layout of production hall in engineering company PSP Pohony Inc. The company is engaged in manufacturing of industrial gearboxes, clutch and brakes. Based on the analysis of material flow values and spaghetti diagram of current status of the company, is designed a new structure of individual workplaces so as to optimization material flow in manufacturing and to reduction production time.

KLÍČOVÁ SLOVA

Layout, výrobní proces, materiálový tok, průběžná doba výroby, plýtvání, manipulace, přepravní trasy

KEYWORDS

Layout, manufacturing proces, material flow, production time, wasting, manipulation, transport lines

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TYLICH, Z. *Návrh výrobního procesu se zaměřením na změny layoutu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2016. 104 s. Vedoucí diplomové práce prof. Ing. Marie Jurová, CSc..

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předložená diplomová práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 25. května 2016

.....

podpis studenta

PODĚKOVÁNÍ

Rád bych touto cestou poděkoval svému vedoucímu diplomové práce, paní prof. Ing. Marii Jurové, CSc. z Ústavu managementu Fakulty podnikatelské Vysokého učení technického v Brně za poskytnuté pedagogické a odborné rady a připomínky při zpracování této diplomové práce.

Dále bych chtěl poděkovat firmě PSP Pohony a.s. a především generálnímu řediteli Radku Hoškovi, technickému řediteli Aleši Jedlitschkovi a celému technologickému oddělení, kteří mi poskytli zázemí a veškeré potřebné informace, a jejich odborný a pozitivní přístup přispěl ke zpracování této práce.

OBSAH

ÚVOD.....	10
1 Cíle a metody diplomové práce	11
2 Popis podnikání ve výrobním podniku	13
2.1 Přestavení společnosti	13
2.2 Výrobní portfolio	13
2.3 Výrobní proces	24
2.4 Výrobní systémy	26
3 Analýza zavedení nového výrobního systému.....	31
3.1 Převodovka Still	31
3.2 Převodovka EJC	34
3.3 Spojka EZF.....	38
3.4 Procesní analýza toku hodnot.....	42
3.5 Špagetový diagram.....	47
3.6 Kapacita strojů	51
4 Teoretické vyhodnocení přístupů pro návrh řešení.....	55
4.1 Základní pojmy	55
4.2 Filozofie štíhlého řízení.....	56
4.3 Štíhlý layout	62
4.4 Výrobní logistika.....	63
4.5 Uspořádání výrobního procesu	64
4.6 Projektování výrobního systému.....	65
4.6.1 Prostorové uspořádání výrobního procesu.....	69
5 Návrh realizace změn pro výrobní proces	73
5.1 Návrh nového layoutu výrobní haly.....	73
5.2 Nový stroj Emag VL 5	81

5.3	Přínos návrhu řešení	82
5.4	Podmínky realizace	92
ZÁVĚR		95
Seznam použitých zdrojů		96
Seznam obrázků		98
Seznam tabulek		101
Seznam příloh		102

ÚVOD

Při své úvaze, jakým směrem se zaměřit ve své diplomové práci, se u mě protly dva významné okamžiky, které byly popudem a zároveň směrem, pro volbu jejího tématu.

Prvním, byl běžný internetový článek, porovnávající výkonnost české ekonomiky vůči ekonomikám Německa a Rakouska, jakožto našich nejbližších zeměpisných sousedů, partnerů v rámci EU a také významných obchodních partnerů, zvláště co se průmyslu týče. Jedním ze základních faktorů, v kterých podle tohoto srovnání český průmysl zaostával za německou a rakouskou výrobou, byla jeho efektivita, zvláště pak efektivita výrobního procesu.

Toto jsem se „na vlastní kůži“ poznal ve strojírenské firmě PSP Pohony a.s. v Přerově, kde jsem měl možnost stážovat již v rámci čtvrtého ročníku svého studia. Jak v THP oddělení, tak i následně přímo ve výrobě, jsem byl velmi často svědkem toho, že pracovitost, šikovnost a úsilí pracovníků firmy, bylo ve finále snižováno neefektivitou některých výrobních činností, která ve svém důsledku výrazně negativně ovlivňovala finální ekonomický výstup daného výrobního toku.

A zde nastal onen zmíněný, druhý, zlomový okamžik, kdy jsem byl firmou osloven, i vzhledem ke svému studijnímu oboru a jeho zaměření, abych se ve spolupráci s technickým ředitelem, stal členem týmu, který měl rozpracovat a navrhnout varianty zefektivnění výrobního procesu firmy, především co se týká materiálového toku, návaznosti výrobních činností, snížení prostojů, neefektivních manipulačních činností a celkového „uspořádání“ výroby. Cílovým zadáním bylo, aby byla firma konkurenceschopná ve svém výrobním programu a také, aby splnila jednu ze stěžejních podmínek svého generálního odběratele, právě německé společnosti na výrobu manipulační techniky, jež si zefektivnění výroby, zadala jako jeden z podstatných kroků pro další rozvoj vzájemné a zvyšující se výrobní spolupráce.

Takže téma pro diplomovou práci, se přímo nabízelo a já jsem jej uchopil a vytvořil svoji práci jako jednu z navržených variant řešení efektivity výrobního procesu společnosti PSP Pohony a.s., Přerov.

1 Cíle a metody diplomové práce

Hlavním cílem mé diplomové práce je navrhnout změnu uspořádání jednotlivých výrobních pracovišť (layoutu) pro strojírenskou firmu PSP Pohony a.s., se sídlem v Přerově.

Popudem k této změně je skutečnost, že stávající uspořádání pracovišť nezajišťuje dokonalou plynulost výrobního procesu, tedy materiálového toku.

Na tuto oblast, je kladen důraz i ze strany zákaznického auditu, proto je zmíněná změna více než nutná.

Představa vedení společnosti, o novém uspořádání výrobních pracovišť je taková, aby na jedné straně vstoupil do výrobního toku základní materiál nebo polotovar a veškeré další operace, postupovaly výrobním procesem tak, aby byly co nejpřímočařejší a na konci celého tohoto procesu, byly již hotové výrobky odeslány přímo k expedici, nebo na středisko montáže, k závěrečným procesním krokům.

Cílem práce, bude provést analýzu současného stavu a navrhnout optimální řešení. Součástí, bude i vyřazení nepotřebných strojů a zařízení, v součinnosti s jednotlivými výrobními odděleními a sekcemi.

Díky tomuto, dojde k uvolnění potřebných výrobních prostor pro nový stroj, jehož pořízení, je nedílnou součástí celého řešeného procesu, a který firma plánuje v rámci této optimalizace pořídit.

Postupnými cíli, této práce je:

- eliminace transportních tras souvisejících s výrobními procesy a s tím spojená celková složitá logistika výrobního toku, která zatěžuje a zpomaluje celkový výrobní proces
- celkové zefektivnění výroby s dopadem na konkrétní kroky výrobního procesu
- maximální optimalizace materiálového toku a tím dosažení vyšší efektivity a výkonnosti výroby

V této práci bude nejprve analyzován celý výrobní program, jeho procesy a celý výrobní systém.

Dalším krokem bude provedení analýzy stávajícího stavu podniku a jeho vyhodnocení.

Následně provedu rešerši odborné literatury, která bude podkladem pro návrhovou část mé diplomové práce.

Na základě provedené analýzy bude navrženo řešení nové podoby layoutu výrobních prostor a s tím spojeno vyhodnocení a přínosy mého návrhu.

Vzhledem k variabilitě výroby, co se týká druhů a parametrů výrobků, a mnohdy téměř kusové individuální výrobě s důrazem na rychlou a operativní změnu výrobního procesu, nelze všechna pracoviště uspořádat tak, aby zcela přesně vyhovovala všem realizovaným výrobním procesům. Proto jsem se s vedením podniku dohodl, že se v této své práci zaměřím na tři konkrétní výrobky a jejich výrobní proces, které jsou pro podnik stěžejní a představují významné procento celého výrobního programu společnosti.

Ve své diplomové práci, se pokusím využít takových procesních metod, které povedou k efektivnímu splnění stanovených požadavků a cílů.

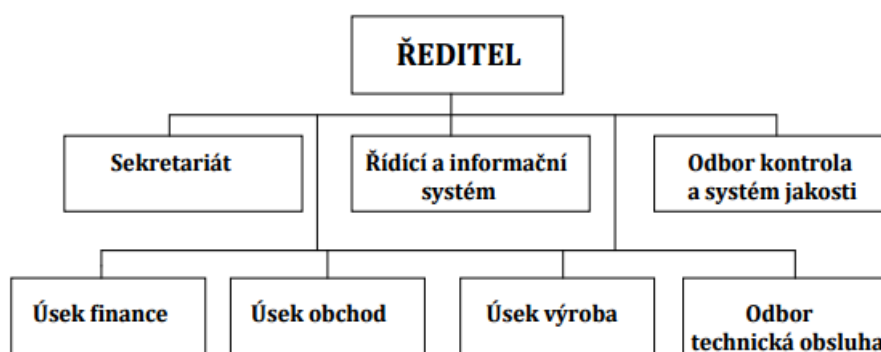
Budu využívat především metod logických (SYNEK, 1999):

- indukce (úsudek směřující od jednotlivého k obecnému)
- dedukce (vyvozování nových závěrů ze zjištěných poznatků obecných)
- analýza (dospění k výsledku na základě zkoumání a poznatků)
- syntéza (sjednocení jevu ze základních prvků v celek)

2 Popis podnikání ve výrobním podniku

2.1 Přestavení společnosti

Pro svou práci jsem si vybral společnost PSP Pohony a.s., která má sídlo v Přerově a předmětem její činnosti je výroba průmyslových převodovek, spojek a brzd. Společnost působí na trhu od roku 1994 a vznikla spojením dvou divizí (Převodovky a Spojky) bývalých Přerovských strojíren. V současné době firma zaměstnává přibližně 110 zaměstnanců, takže ji lze zařadit mezi středně velké podniky a výrobní plocha přesahuje 6000m².



Obrázek 1 Organizační struktura podniku (Zdroj: Interní zdroje)

V této části se dále zaměříme na popis podnikání vybraného podniku, který jsme si rozdělili do tří následujících skupin:

- Výrobní portfolio
- Výrobní proces
- Výrobní systém

2.2 Výrobní portfolio

Výrobní program je tvořen:

- průmyslové převodovky
- průmyslové spojky
- průmyslové brzy

Podnik ve svých prostorách realizuje výrobu a montáž všech tří prvků potřebných pro pohon. Jedná se o převodovky, spojky a brzdy pro veškeré průmyslové využití. Všechny tři kategorie a především převodovky a spojky jsou vyráběny v mnoha provedeních. V podniku probíhá výroba, jak hromadná tak kusová nebo v malých dávkách. Podnik vyrábí konkrétní výrobky pro své dlouhodobé smluvní partnery a dodává je v pravidelných dávkách a termínech. Tito smluvní partneři tvoří drtivou příjmovou položku podniku, proto se podnik snaží jejich přání plnit co nejlépe. Podnik se samozřejmě snaží uspokojit i přání jednorázových zákazníků, z kterých posléze mohou vzniknout dlouhodobý partneři.

Převodovky

Průmyslové převodovky musí splňovat určité technické parametry:

- **Přenášený výkon [KW]** – vychází z otáček a točivého momentu. Ovlivňuje rychlost, jinak řečeno dodá potřebnou „práci“, která překoná odpory
- **Převodový poměr** – jedná se o jeden z nejdůležitějších parametrů převodovky. Díky němu lze vypočítat počet otáček na výstupu převodovky v případě, že známe vstupní otáčky a počet zubů jednotlivých kol
- **Vstupní otáčky [ot/min]** – jedná se o vstupní otáčky, které přicházejí do převodovky z motoru či elektromotoru
- **Výstupní otáčky [ot/min]** – jedná se o otáčky, které vystupují z převodovky. Otáčky jsou díky převodovce zredukovány a přenášeny do hnaného místa
- **Hmotnost [kg]** – hmotnost nelze zcela označit jako technický parametr, ale ve výrobě hraje značnou roli. V podniku se vyrábějí převodky, jejichž hmotnost je 10 kg, ale také převodovky, jejichž hmotnost přesahuje 700 kg, což je značný rozdíl především při manipulaci s jednotlivými díly převodovky a podnik musí mít potřebné výrobní i manipulační vybavení k dispozici

Podnik rozděluje převodovky do tří typových skupin:

- **Speciální převodovky** – za speciální převodovku můžeme označit jakoukoliv převodovku s netradičním rozměrem nebo technickými parametry. V případě

zájmu o takovýto produkt se úsek technologie společně s konstruktéry, snaží navrhnout co nejlepší řešení pro zákazníka.



Obrázek 2 Speciální převodovka EJC pro manipulační techniku (Zdroj: Interní zdroje)

- **Čelní převodovky** – v našem případě se jedná zpravidla o hnací jednotku, která vznikla spojením elektromotoru a převodovky. Slouží především k redukci otáček a současně také ke zvětšení točivého momentu. Tyto převodovky mohou být používány v mnoha průmyslových odvětvích např. k pohonu zařízení a strojů, stavebnictví, zvedací a transportní technice, dřevozpracující průmysl, chemický průmysl, potravinářství, zemědělství, energetika, čističky atd. Převodová skříň s elektromotorem tvoří jeden celek. Ozubená kola se brodí v olejové náplni, zatímco ložiska elektromotoru jsou mazána tukovou náplní. V horní části převodovky se nachází otvor pro plnění olejové náplně a v dolní části je umístěn otvor pro vypouštění. Hladina oleje se kontroluje hladinovým šroubem nebo olejoznakem. Vnitřní prostor převodovky je oddělen od prostoru elektromotoru kroužkem Gufero v místě hřídele motoru. Gufero kroužek také těsní výstupní hřídel převodovky. Hřídele jsou umístěny v kuličkových ložiskách (INTERNÍ ZDROJE, 2015).

Čelní převodovky splňují několik charakteristik (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ vysoká odolnost, vysoce únosná ložiska pro bezproblémový provoz a únosnost maximálního zatížení
- ✓ tvrzené a broušené čelní šikmé ozubení pro maximální přenos výkonu, dlouhá životnost a klidný chod
- ✓ výstupní hřídel z oceli s vysokou pevností pro maximální zatížení
- ✓ modulární koncepce – možnost přizpůsobení se různým aplikacím

- ✓ široký výběr výkonů – všestranný výběr variant výkonů
- ✓ minimální a snadná úprava



Obrázek 3 Čelní převodovka E BOX I (Zdroj: Interní zdroje)

- **Kuželočelní převodovky** – základní rozdíl mezi kuželočelní a čelní převodovkou spočívá v tom, že kuželočelní převodovka je zkonstruována tak, aby došlo ke změně směru točivého pohybu o 90° . Další prvky převodovky, jako změna krouticího momentu, otáček a celkové spojení motoru s hnaným strojem je jako v předchozím případě závisle na konkrétním typu převodovky. Modely kuželočelních převodovek vyráběné v podniku mají dvoudílnou olejotěsnou skříň, dělenou v rovině os hřídelů. Spodek převodovky je opatřen olejovými značkami. Ozubená kola jsou vyráběna z ušlechtilé oceli. Jsou mazány olejem, ve kterém se zároveň brodí. Hřídele převodovky jsou uloženy ve valivých ložiskách a mohou se otáčet jen v souhlasném smyslu. Hnaný hřídel je vyveden buď vpravo nebo vlevo k hřídeli hnacímu. Smysl otáčení hnacího hřídele může být libovolný. Vzdálenost od hřídelů čelních soukolí může být od 125 až po 500 mm. Rozsah převodových poměrů se pohybuje v intervalu 6 – 100. Výkon převodovky může být od 0,9 až 165 kW. Charakteristiky kuželočelních převodovek jsou téměř totožné, jako v případě čelních, proto bychom je ve stručnosti charakterizovali jako robustní, odolné, výkonné.



Obrázek 4 Kuželočelní převodovka třístupňová s válcovým výstupním hřídelem (Zdroj: Interní zdroje)

Spojky

Spojky všeobecně slouží k přenosu výkonu. Jsou používány v průmyslových oborech např. výroba obráběcích strojů, textilní, strojírenství, balící, potravinářské a polygrafické stroje, hutní výroba atd.

Podnik realizuje výrobu velkého množství typově odlišných produktů, proto si je rozdělíme do jednotlivých skupin, kterou charakterizujeme a uvedeme konkrétní příklad.

- **Speciální spojky** – jedná se o spojky, které jsou svým konstrukčním provedením jedinečné a nelze je zařadit do ostatních skupin. Jedná se především o speciální kotoučovou spojku EKA, určenou pro pohon ventilátorů autobusů.



Obrázek 5 Speciální kotoučová spojka EKA (Zdroj: Interní zdroje)

Spojka přenáší točivý moment třením mezi kotvovou deskou a magnetovým tělesem bez vzduchové mezery, bez třecího obložení. Provoz určen pouze do nemazaného prostředí. Jedním ze základních prvků spojek je **velikost přenosu** (maximální jmenovitý krouticí moment). V tomto případě je hodnota 250 Nm (INTERNÍ ZDROJE, 2015).

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ velmi rychlé sepnutí díky použité konstrukci
- ✓ možnost sepnutí při nesynchronních otáčkách hnací a hnané strany
- ✓ neomezený provoz ve vypnutém stavu bez zahřívání a opotřebení
- ✓ v provozu není nutné seřizování spojky a jakákoliv údržba – možnost instalovat do zařízení v nepřípustném místě
- ✓ jednoduchá montáž

Alternativní aplikace může být do dalších typů ventilátorů, chladírenské kompresory, balící stroje atd.

- **Pružné spojky** – slouží pro přenesení středních až velkých krouticích momentů, pro přímé spojení těžkých strojů s kolísavým krouticím momentem, případně kombinovaným s rázy a reverzacemi. Podnik vyrábí dva standardizované typy pružných spojek, jako příklad použijeme spojku VPS, která je vyráběna v 23 velikostech.



Obrázek 6 Pružná spojka VPS (Zdroj: Interní zdroje)

Spojka se skládá ze dvou nábojů, z pružin a ze snadno odnímatelného dvojdielného krytu, který je nalícován nebo středěn na jednom z nábojů a tvoří nádrž na mazivo. Obvod kotouče je opatřen podélnými drážkami, ve kterých je vložena hadovitě vinutá ocelová pružina, přenášející obvodovou sílu. Vypadnutí pružiny z drážek vlivem odstředivé síly brání ocelový kryt (INTERNÍ ZDROJE, 2015).

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ tlumení rázů při náhlé změně přenášeného krouticího momentu – prodloužení životnosti pohonu stroje
 - ✓ rozměrově srovnatelná s podobnými typy pružných spojek od jiných výrobců
 - ✓ konstrukčně jednoduchá – minimální množství dílců, které se opotřebují
 - ✓ velká odolnost vůči provozu v prašném a horkém prostředí
 - ✓ jednoduchá montáž a výměna náhradních dílů
-
- **Mechanické lamelové spojky** – v této kategorii podnik vyrábí „pouze“ jeden model spojky v 8 velikostech. Jedná se o mechanickou spojku LSV. Jde o tzv. dvojspojku určenou pro reverzaci (obrácení chodu stroje, např. smyslu otáček, rychlosti). Obě části dvojspojky jsou ovládány jednou zapínací objímkou a jsou proto vhodné pro převodové skříně s častou změnou smyslu otáčení. Rozsah jmenovitých kroutících momentů je od 25 do 1250 Nm. Tento typ je nejčastěji aplikován pro lodní reverzaci říčních člunů, silniční techniku nebo stavební stroje.



Obrázek 7 Mechanická lamelová dvojspojka LSV (Zdroj: Interní zdroje)

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ možnost zapínání a vypínání při plném zatížení
- ✓ jednoduchost konstrukce ovládání dvojspojek
- ✓ možnost provozu jak v mazaném, tak i suchém prostředí
- ✓ jednoduchá montáž

- **Elektromagnetické kotoučové spojky** - tyto spojky přenášejí točivý moment mezi kotvovou deskou a magnetovým tělesem bez vzduchové mezery, bez třecího obložení. Používají se především do provozu v nemazaném tedy suchém prostředí. Konkrétním příkladem je kotoučová spojka EKA, kterou firma dodává v 6 velikostech. Rozsah jmenovitých krouticích momentů je v intervalu od 12,5 do 250 Nm. Spojky řady EKA jsou řemenicové s vývodem budicí cívky na neotáčející se svorkovnici. Hnací částí je klínová řemenice, která zároveň tvoří magnetové těleso, které se trvale otáčí na valivých ložiskách. Hnanou částí je jen náboj nesoucí axiálně pružně upevněnou kotvovou desku. Budicí cívka je na nosiči. Použití do chladírenských kompresorů, balící stroje, potravinářské stroje a ventilátory (INTERNÍ ZDROJE, 2015).



Obrázek 8 Elektromagnetická kotoučová spojka EKA (Zdroj: Interní zdroje)

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ jako všechny třecí spojky se mohou zapínat při nesynchronních otáčkách hnací a hnané strany
- ✓ nemají téměř žádný zbytkový moment, ve vypnutém stavu se neopotřebovávají a nehřejí (zbytkovým momentem je jen odpor valivých ložisek), mohou proto běžet neomezenou dobu vypnuty
- ✓ není potřeba je seřizovat
- ✓ nepotřebují žádnou údržbu ani dozor
- ✓ snadná montáž

- **Elektromagnetické lamelové spojky** – elektricky řazené lamelové spojky přenášejí jmenovitý točivý moment třením lamel, které jsou svírány a uvolňovány působením elektromagnetu. Spojky spojují hnací část stroje s částí hnanou. Tyto spojky mají vzhledem k velikosti přenášeného jmenovitého točivého momentu velmi malé rozměry. Jsou charakterizovány rychlým vzrůstem točivého momentu na jmenovitou hodnotu a malým zbytkovým momentem po vypnutí. Proto rychle reagují na impuls a tím zvyšují přesnost a výkon strojů bez jakýchkoli převodových článků. Snižují rozměry a hmotnost pohonných jednotek. Firma vyrábí tři základní typy tohoto druhu spojek v 9 až 11 velikostech a lze dosáhnout maximálního jmenovitého krouticího momentu 1000 Nm. Lze použít téměř v každém průmyslovém odvětví (INTERNÍ ZDROJE, 2015).



Obrázek 9 Elektromagnetická lamelová spojka ELK (Zdroj: Interní zdroje)

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ výhodné řešení ovládání automaticky řízených strojů a výrobních linek
 - ✓ vzhledem k rozměru relativně vysoká hodnota přenášeného momentu
 - ✓ rychlý nárůst točivého momentu
 - ✓ malý zbytkový moment po vypnutí
 - ✓ nízké opotřebení třecích lamel
 - ✓ snadné seřizování díky seřizovací matici
 - ✓ jednoduchá montáž
- **Elektromagnetické zubové spojky** – tento typ spojek je vhodné použít pro přenos velkých točivých momentů v těžkých provozech. Typickým příkladem

aplikace je pohon spalovacích turbín, pohon válcoven, pohon obráběcích strojů, ale také například pohon zasouvacích dveří u vozidel a vagónů. Rozsah jmenovitých krouticích momentů se pohybuje od 250 do 10 000 Nm. Podnik vyrábí 3 typy těchto převodovek, opět v několika velikostech (INTERNÍ ZDROJE, 2015)



Obrázek 10 Elektromagnetická zubová spojka EZA (Zdroj: Interní zdroje)

Brzdy

Jedná se kotoučové a lamelové brzdy, které jsou řazené elektricky a jsou zapínané pružinami nebo elektromagnetem. Stejně jako v případě spojek i u brzd platí, že jejich využití může být uplatněno v jakémkoliv průmyslovém oboru. Základní jednotkou je jmenovitý brzdňý moment, taktéž udávaný v Nm.

- **Speciální brzdy** – jako v předchozích případech jedná se o brzdy, které jsou svým konstrukčním provedením odlišné od brzd pružinových či elektromagnetických (může se jednat o jejich kombinaci). V podniku se vyrábí brzda EBB pro pohon lodního vrátku. Jde o dvoukotoučovou brzdou zapínanou pružinami a vypínanou elektromagnetem. Brzda je určena do pohonu, kde je kladen důraz na zabrzdění otáčejících se částí stroje při přerušení elektrického proudu z funkčních nebo bezpečnostních důvodů. V případě brzd EBB je brzdňý moment 50 Nm. Spojka je sestavena z hnací a pevné části. Hnací část tvoří unašeč a dva brzdové kotouče s obložením, které jsou axiálně posuvné ve vodícím ozubení unašeče. Pevnou (neotočnou) část brzd tvoří úplné magnetové těleso, třecí deska, třecí kotouč a plášť. Podnik vyrábí momentálně další dva typy speciálních brzd (INTERNÍ ZDROJE, 2015).



Obrázek 11 Speciální brzda EBB (Zdroj: Interní zdroje)

Charakteristika a výhody (INTERNÍ ZDROJE, 2015):

- ✓ možnost zapnutí brzdy delší část pracovního cyklu stroje
- ✓ možnost použití v oblastech se ztíženými klimatickými podmínkami
- ✓ jednoduchá montáž
- ✓ snadná údržba

2.3 Výrobní proces

Popis výrobního procesu

Typ výrobního procesu v podniku nelze přesně určit jedním slovem. Podnik vyrábí široké spektrum výrobků v různých objemech produkce. Pro dlouhodobé smluvní partnery, kteří odebírají výrobky v pravidelných dávkách, můžeme výrobní proces klasifikovat jako sériový, v některých případech i velkosériový. Podnik se taktéž snaží reagovat na individuální poptávky zákazníků, kde se zpravidla jedná o malou sérii či dokonce několik kusů.

Výrobní proces můžeme dále nazvat jako diskontinuální. Tzn., že tok materiálu není plynulý, ale je naopak často přerušován. Jedná se tedy o mezioperační zásoby. Výrobu můžeme označit jako skupinovou-technologickou. Výrobní proces je tvořen materiálem, pracovní silou a energiemi.

Materiál

Jak bylo řečeno v předchozím odstavci, tak podnik vyrábí velké množství výrobků, tudíž i vstupní materiál je rozsáhlý. Jedná se především o tyčoviny, výkovky, odlitky, materiál v potřebném rozměru na ozubená kola atd.

Pro sériovou a velko sériovou výrobu je materiál nakupovaný od dlouhodobých dodavatelů v pravidelných dávkách, tak aby podnik nedržel zbytečně vysoký stav zásob, ale také aby byl schopen pružně reagovat na měnící se poptávku a výrobní proces nebyl pozastaven kvůli nedostatku materiálu.

Energie

Ve výrobním procese je především používána elektrická energie, která je odebírána z místní sítě. Využívá se napětí 380V a 230V. Nedílnou součástí výroby je stlačený vzduch, který slouží k začišťování obrobků. Ten je generován ve vlastní kompresorně a je rozveden na všechna pracoviště.

Pracovníci

Na nejvyšší pozici organizační struktury výrobního procesu jsou vedoucí výroby, kteří mají za úkol plánování, přípravu a celkový bezproblémový chod výroby. Pod nimi

jsou mistři výroby, jednotlivých hal, kteří zodpovídají za bezproblémový chod svým úseků a strojů. Ve výrobním procese jsou nejvíce zastoupeni operátoři strojů. Jedná se o specializované a vyškolené soustružníky, frézaře, obsluhovače CNC strojů a obráběcích center.

Další část podniku je tvořena zaměstnanci montážního oddělení. Je na ně kladena vysoká preciznost práce i časová náročnost. Na výrobním procese se také podílí technický kontrolor, který má za úkol sledovat kvalitu, aby finální výstup byl co nejlepší.

Odpad

Do odpadu můžeme počítat především špony, emulze a oleje. Špony si odebírá zpracovatel odpadu, k jejich následné recyklaci. Do odpadu lze zařadit i staré nepoužitelné nářadí a taktéž výrobky, který byly vyřazeny jako zmetky a nelze je už opravit.

Kooperace ve výrobním procesu

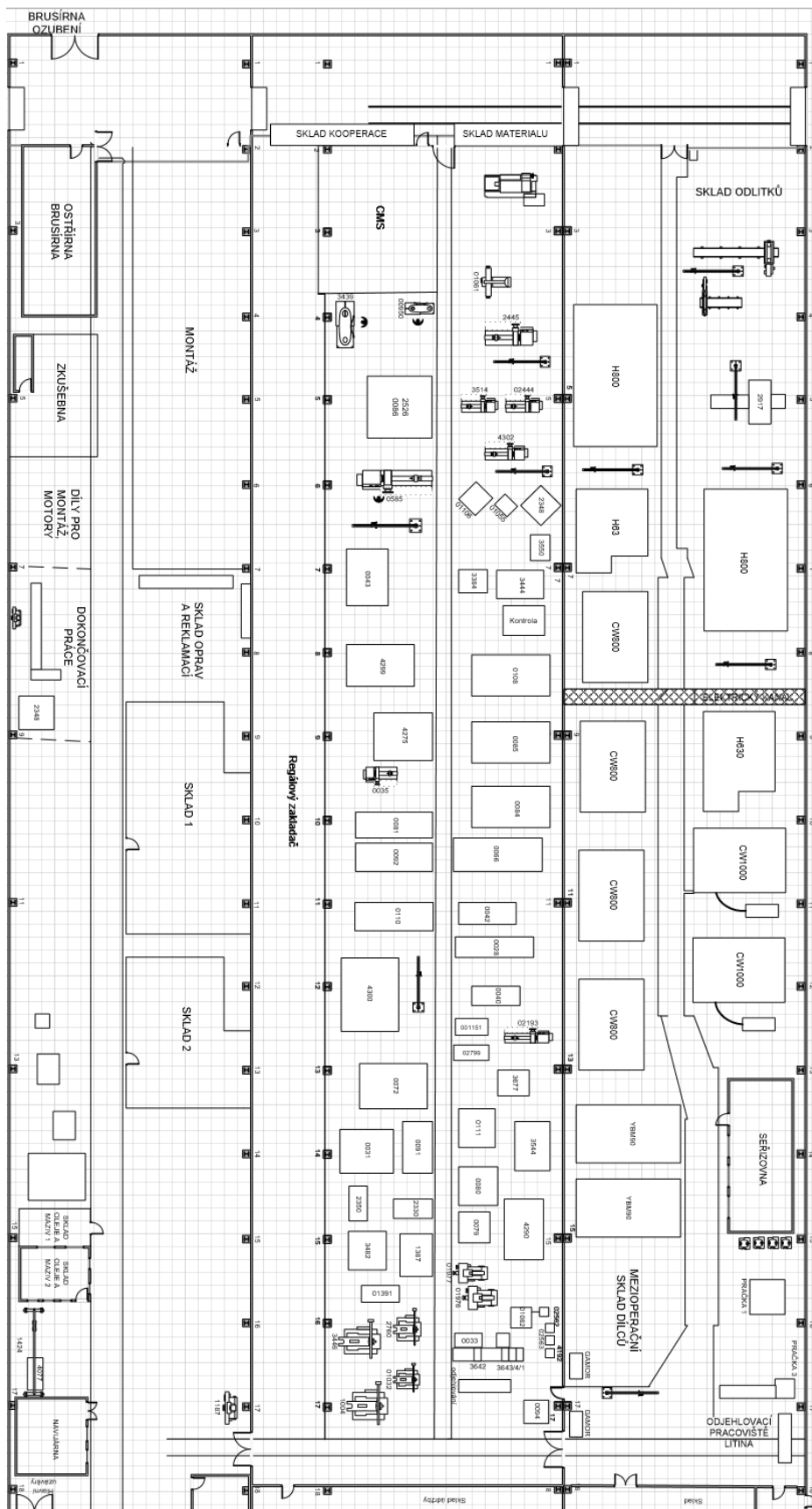
Podnik si některé výrobní operace zabezpečuje formou kooperace s jinými výrobními subjekty. Jedná se o kování, cementaci, zušlechťování, kalení, tryskání, ševingování a žíhání.

2.4 Výrobní systémy

Prostory

Výroba je rozdělena do tří hal (lodí) o stejném rozměru. V první hale jsou umístěny velká automatická centra a pracoviště odjehlování. V druhé hale, která je nazývána, jako obrobna je umístěno veškeré strojní vybavení, sklad komponent a na jejím konci je opět pracoviště odjehlování a praní. V poslední hale je montážní pracoviště a sklad hotových či rozpracovaných výrobků a sklad emulzí a jiných kapalin. Celková výrobní plocha přesahuje 6000 m².

Do hal lze vstoupit třemi vchody. Jeden slouží především pro vstup výrobních dělníků, mistrů, vedoucích výroby a THP zaměstnanců. Další vstup využívají především zaměstnanci na manažerských pozicích. Posledním vstupem jsou velká výsuvná vrata, která slouží pro dodavatele materiálu, pro odvoz zbytkového odpadu atd. Svým rozměrem dovolují vjezd celého nákladního automobilu, takže např. při dodání nového stroje, je následné složení a manipulace značně usnadněna.



Obrázek 12 Současná podoba layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Stroje

Do výrobního procesu je zapojeno velké množství strojů a zařízení. Najdeme zde automatické CNC obráběcí centra, CNC stroje, soustruhy, frézky, horizontální i vertikální vyvrtávačky, brusiče, prací zařízení pro odmaštění obrobků, ale i ruční nářadí jako pilníky, šábry a další pomocné nářadí.

Tabulka 1 Seznam strojů (Zdroj: Interní zdroje)

Operace	Stroj	Profese
Lisování	Lis LE 100P	03115
Soustružení	Soustruh SU 50 A	04127
	Soustruh SU 63	04132
	Soustruh SUS 80	04142
	Revolver R5	04423
	Mechatronický soustruh Harrison Alpha 1330	14126
	Soustr. poloautomat SPR 63 NC	34512
	Soustr. poloautomat UT 200 SM	34514
	Soustr. poloautomat FBL 250SY	34516
	Soustr. poloautomat Tornádo T8 MS	34518
	Soustr. poloautomat Tornádo T8 M	34519
	Soustr. poloautomat Tornádo T10 M	34520
	Soustr. poloautomat SKT 250 SM	34521
	Soustr. poloautomat PV 315	34526
	Soustr. poloautomat NLX 1500/500	34527
Vrtání	Vrtačka V 16	04614
	Vrtačka V 20 B	04621
	Vrtačka VR 4	04645
	Vrtačka VO 6	04652
	Vrtačka V 20/4	04682
	Vrtačka souřadnicová VXD 100 CNC	34723
	Vyvrtávačka vodorov. stol. VHN 9	34814
Obrázení	Obrážečka svislá 7 A 420	04924
	Obrážečka svislá HOV 450	04937
	Odvalovací obrážečka OHA 12A	05816
	Odvalovací obrážečka 5M 150	05818
Frézování	Frézka horizont. FHS 16	05125
	Frézka horizont. FA 4H	05134
	Frézka horizont. FGS 32	05135
	Frézka univerzální FB 20U	05161
	Frézka univerzální FGU 32	05165

	Frézka svislá FA 3 V	05225
	Frézka portálová FBZWS 135	05284
	Frézka drážkovací FNW 32x500	05312
	Frézka jednoúčelová TPFAUTERM	05395
	Frézka konzolová FGS 63 CNC	35124
	Frézka svislá FB 32 V	35223
	Frézka odvalovací FO 6 + ZFWF 250	05835
	Frézka odvalovací FO 10 + ZFWF 800	05836
	Frézka odvalovací OFA 16SC	35821
	Frézka odvalovací 32 CNC	35823
	Frézka odvalovací Koepfer 200CNC	35822
	Frézka odvalovací Gleason 210 H	35824
Protahování	Protahovačka Ekin (Rish-6,3x1000x400)	05437
	Protahovačka BVP Varinelli 13/160	05439
Broušení	Bruska hrotová 1U	05521
	Bruska hrotová hrotová univ. 2UD - P2	05526
	Bruska hrotová BUB 50	05531
	Bruska na otvory BDU 250 A	05576
	Bruska na plocho SFWR 630	05661
	Bruska na plocho Goeckel	05665
	CNC hrotová bruska OCD 2040	35526
	CNC hrotová bruska OCD 3240	35527
	CNC bruska na otvory OIG 150	35564
	Bruska nástrojová	35722
	Odvalovací bruska Gleason 160 TWG	35881
	Profilová bruska ozubení Helix 400K	35882
Obráběcí centra	Vertikální obrab. centrum Vesta 610D	44723
	Vertikální obrab. centrum Vesta 610D	44724
	Vertikální obrab. centrum Vesta 610D	44722
	Vertikální obrab. centrum MCFV 1060	44725
	Horizontální obráb. centrum H630	44824
	Horizontální obráb. centrum H63	44825
	Obráběcí centrum horizont. CW 800	44826
	Obráběcí centrum horizont. YBM 90	44827
	Obráběcí centrum horizont. FMSP 1000/3-4	44828
	Obráběcí centrum horizont. H800	44829
Ostatní stroje a zařízení	Závitořez Main Tap M6-24	05924
	Závitořez Gamor RHG 3 B	05925
	Pilka pásová	05967
	Pilka pásová pro trubky na kostry	05968
	Pila pásová Bomer 610.440 GA	05970

	Odjehlovací stroj ozubení GT 500	15891
	Vibrační omílací stroj VIS 200	26255
	Stroj odmašťovací vanový OSVO	26325
	Odmašťovací stroj DC 3	26327
	Odmašťovací stroj DC 3 1000/OK	26328

Manipulace

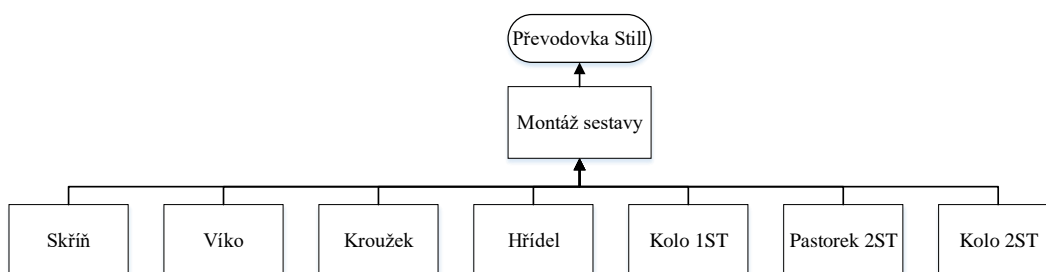
Výrobky či polotovary menších rozměrů jsou uloženy do klasických kovových beden o nosnosti do 500 kg. Ozubená kola menších rozměrů jsou ukládána do speciálních plastových bedýnek. Tyto bedýnky lze na sebe jednoduše stohovat a slouží především k tomu, aby se jednotlivá kola resp. ozubení při manipulaci neponičila. Pro přesun bedýnek nebo lehčích dílů mezi pracovišti se zpravidla používá ruční vozík. Pro manipulaci s paletami a bednami jsou využívány elektrické vysokozdvizné vozíky, slouží především pro přemísťování mezi výrobními halami, ale také pro nakládání a vykládání dodávek a kamionů.

Obě výrobní haly disponují dálkově ovládanými jeřáby s nosností 5 a 12,5 tuny. Pro usnadnění práce zaměstnancům jsou určitá pracoviště vybavena malými jeřáby s nosností do 1200 kg. Slouží především pro manipulaci s těžkými kusy, obracení při výrobním procesu, skládání do přepravních beden apod.

3 Analýza zavedení nového výrobního systému

Jelikož podnik vyrábí široké spektrum výrobků, tak je patrné, že nelze sestavit layout tak, aby byl optimální pro výrobu všech výrobků. Proto jsme s vedením společnosti vybrali tři typy produktů, pro které bude layout optimalizován. Jde o převodovku Still, převodovku EJC a magnetickou spojku EZF, přičemž hlavní důraz bude kladen na optimalizaci převodovek Still a EJC, neboť co se objemu produkce týče, tvoří největší podíl. Spojku EZF v našem případě lze považovat jako doplňkový produkt, protože oproti převodovkám tvoří mnohem menší podíl na produkci.

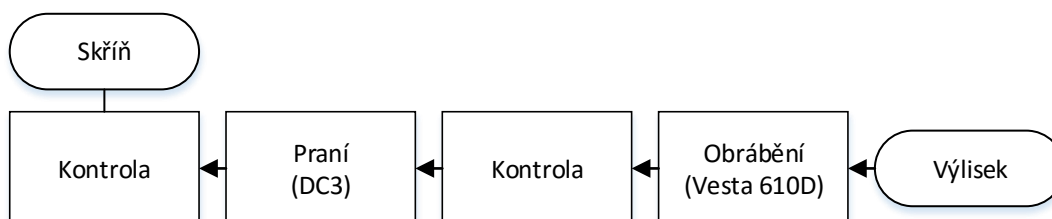
3.1 Převodovka Still



Obrázek 13 Kusovník převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

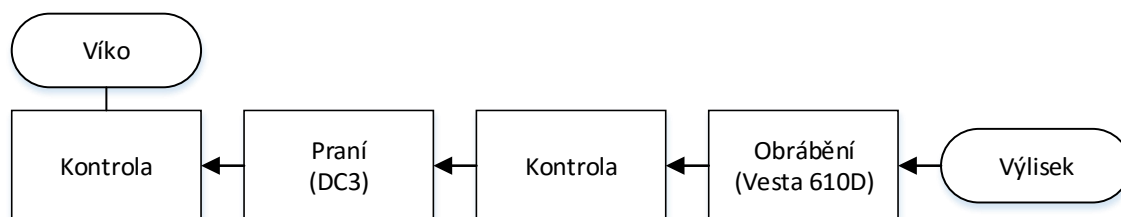
Výrobní postupy pro jednotlivé dílce převodovky Still

Výrobní postup – skříň:



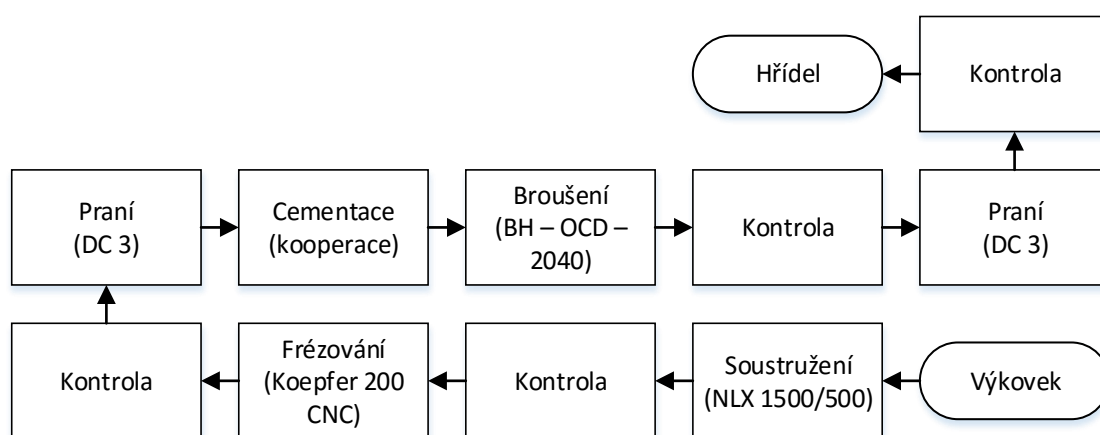
Obrázek 14 Výrobní postup skříň (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – víko:



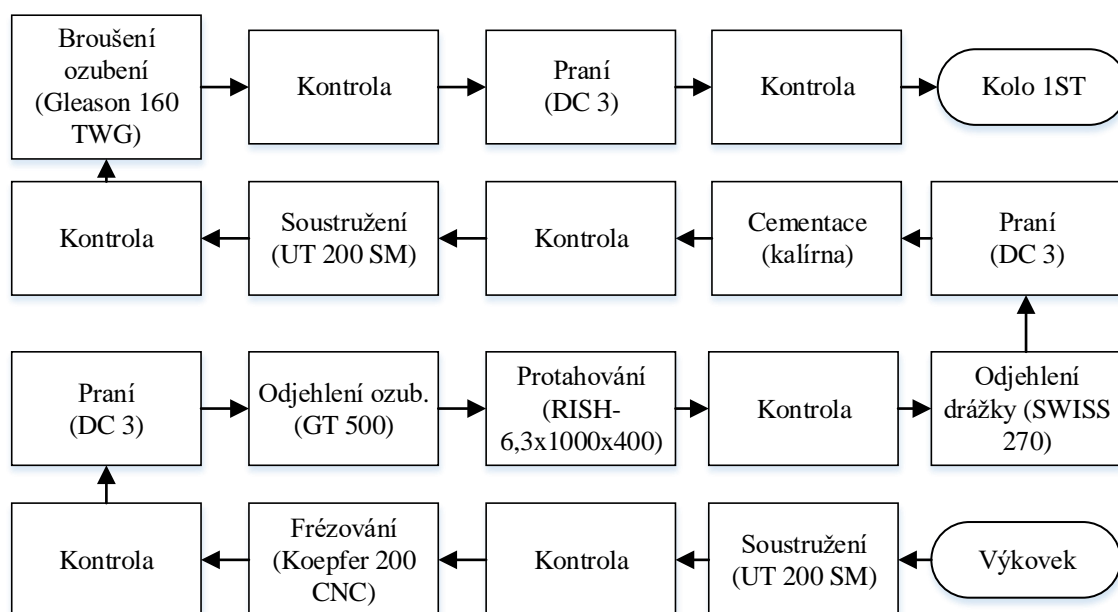
Obrázek 15 Výrobní postup víka (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – hřídel:



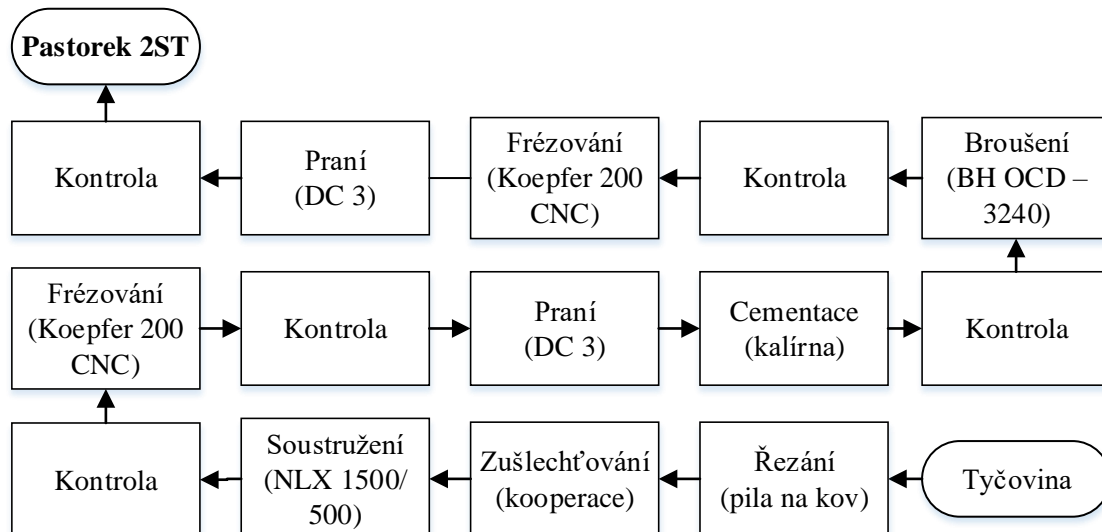
Obrázek 16 Výrobní postup hřídele (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – kolo 1ST:



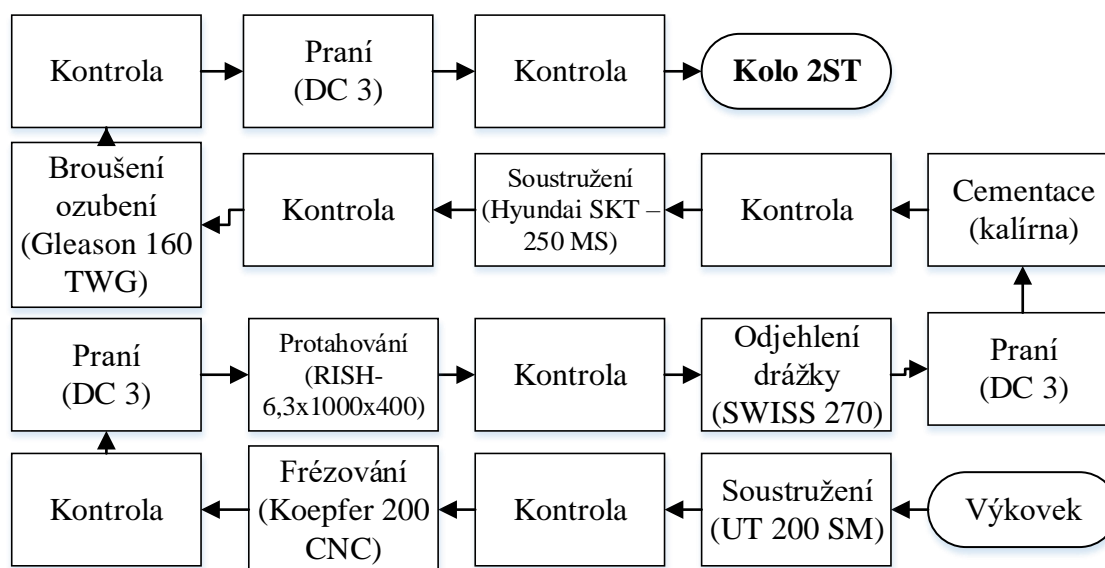
Obrázek 17 Výrobní postup kola 1ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – pastorek 2ST:



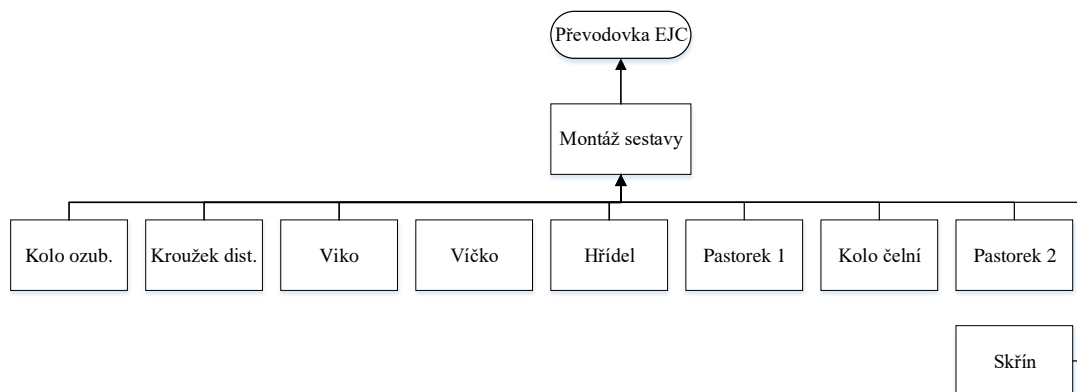
Obrázek 18 Výrobní postup pastorku 2ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – kolo 2ST:



Obrázek 19 Výrobní postup kola 2ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

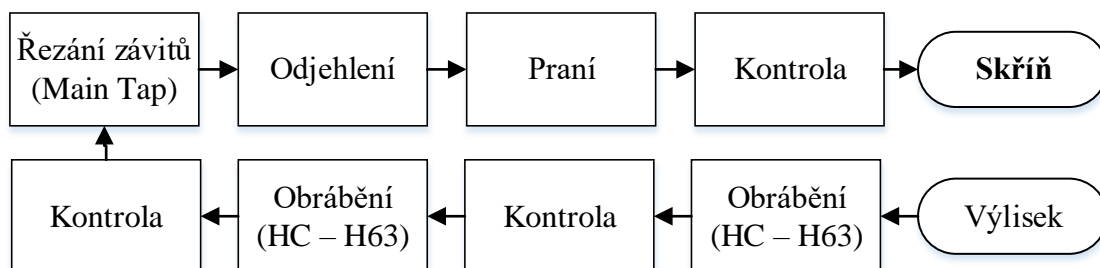
3.2 Převodovka EJC



Obrázek 20 Kusovník převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

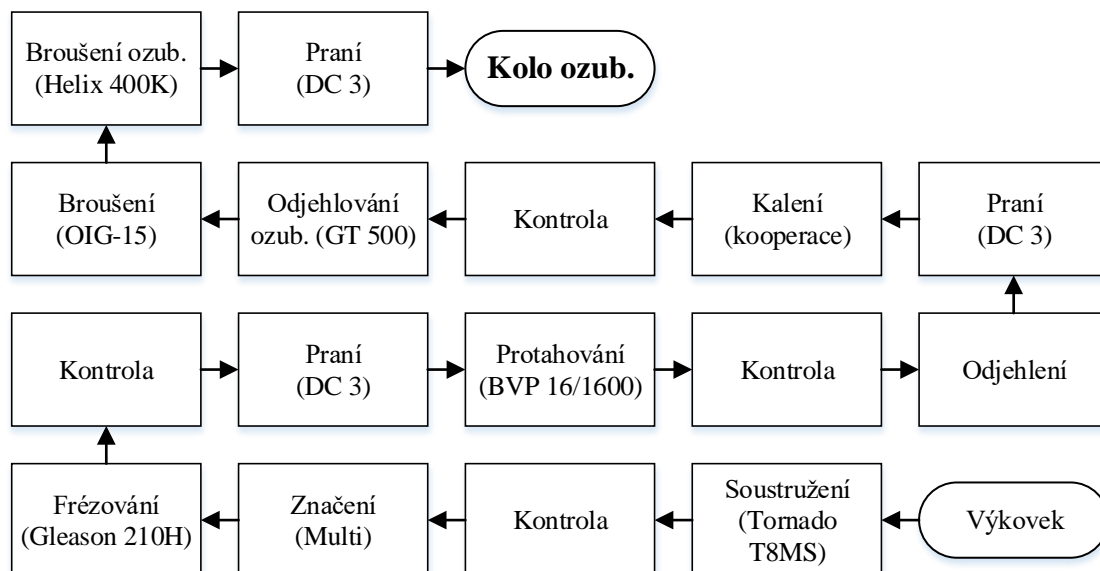
Výrobní postupy pro jednotlivé dílce převodovky EJC

Výrobní postup – skříň:



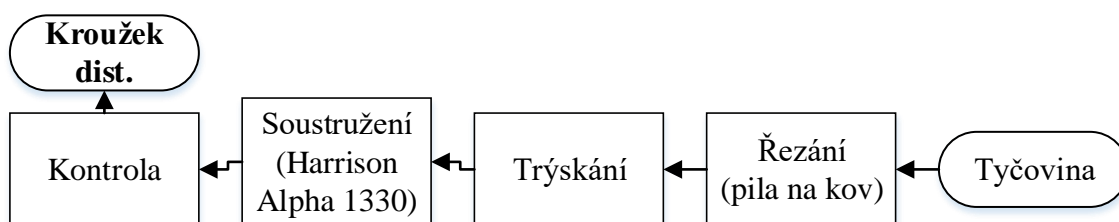
Obrázek 21 Výrobní postup skříně (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Kolo ozub.:



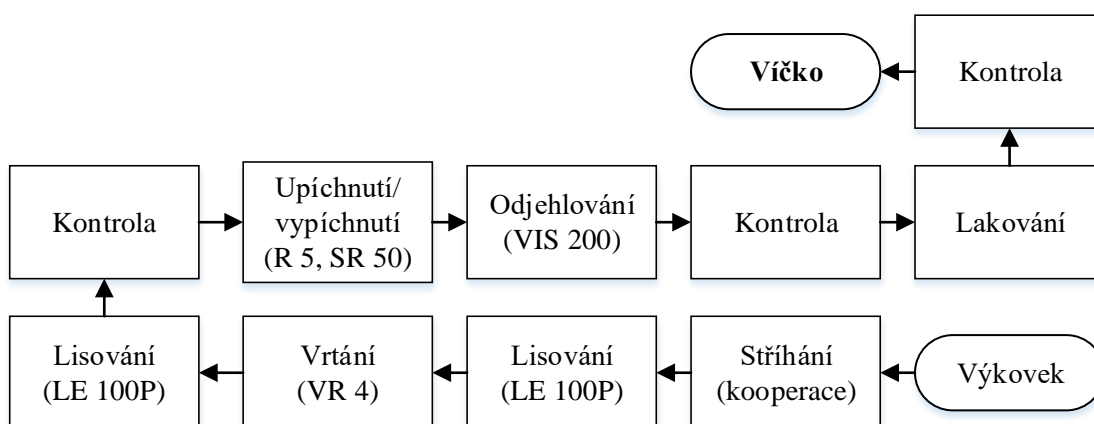
Obrázek 22 Výrobní postup kola ozubeného (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Kroužek dost.:



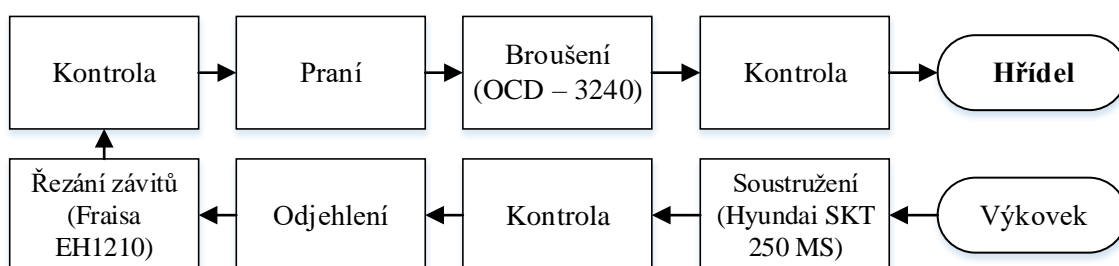
Obrázek 23 Výrobní postup Kroužek dist. (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Víčko:



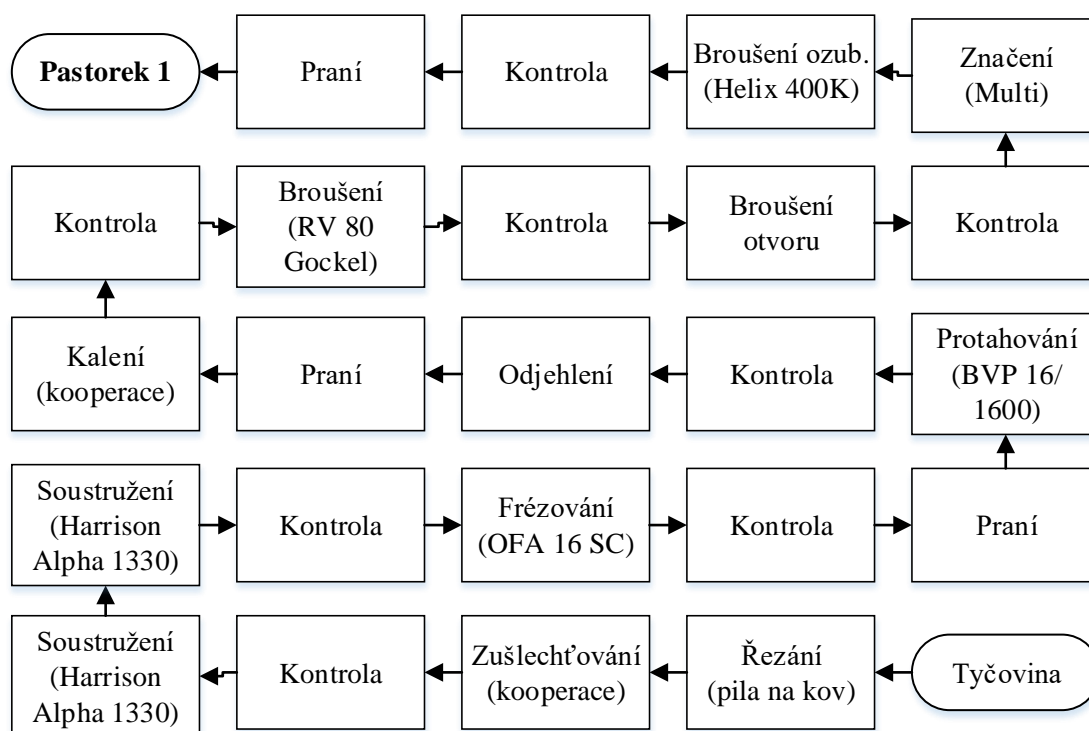
Obrázek 24 Výrobní postup Víčko (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Hřídel:



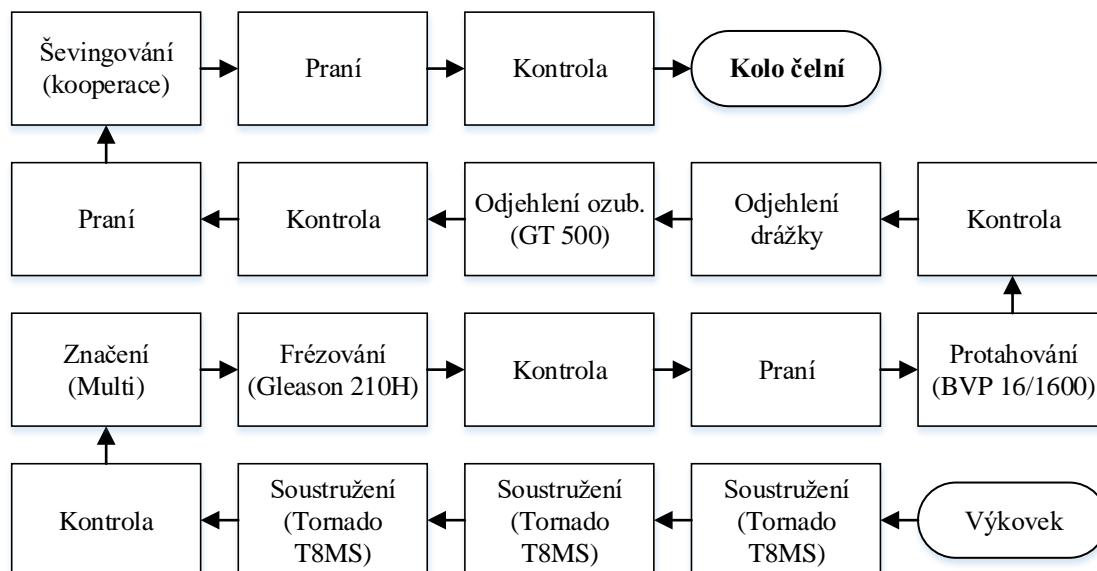
Obrázek 25 Výrobní postup Hřídel (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Pastorek 1:



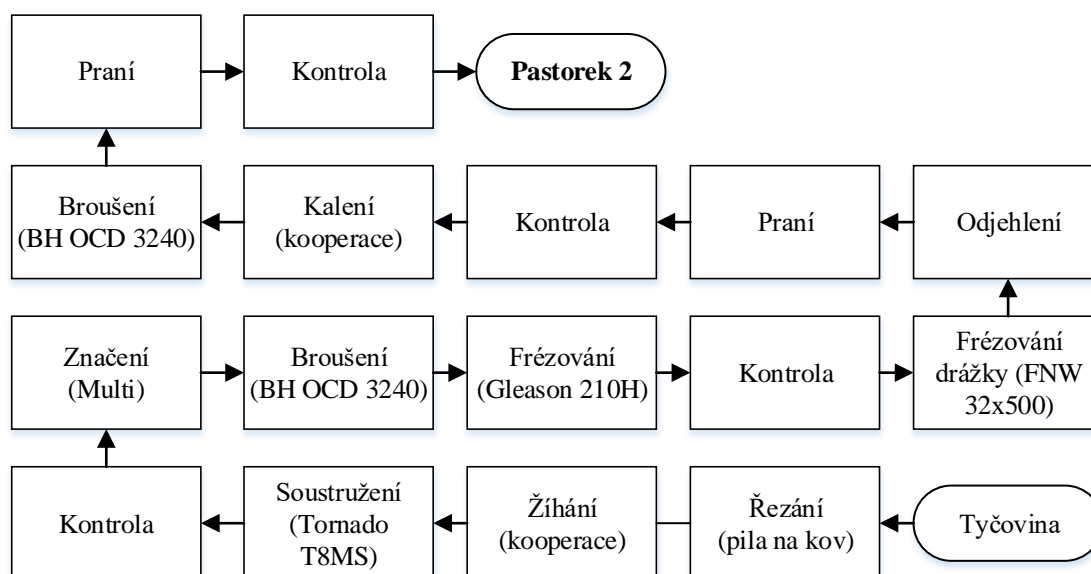
Obrázek 26 Výrobní postup Pastorek 1 (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Kolo čelní:



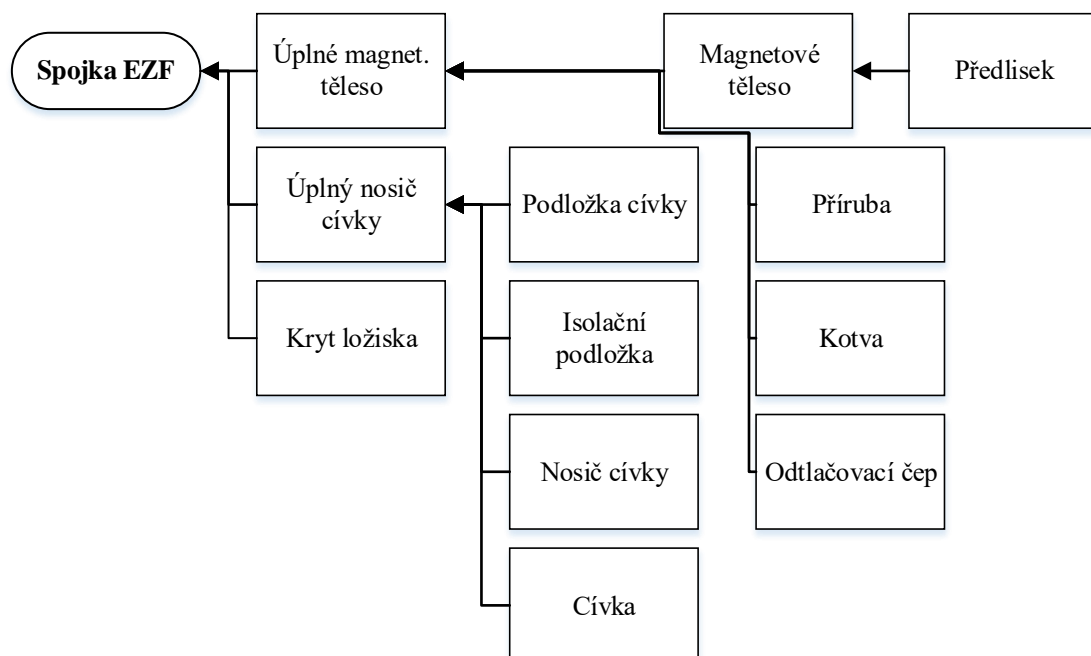
Obrázek 27 Výrobní postup Kolo čelní (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Pastorek 2:



Obrázek 28 Výrobní postup Pastorek 2 (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

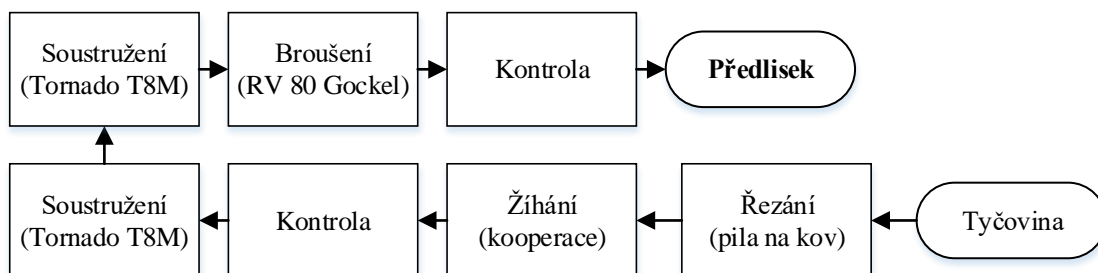
3.3 Spojka EZF



Obrázek 29 Kusovník spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

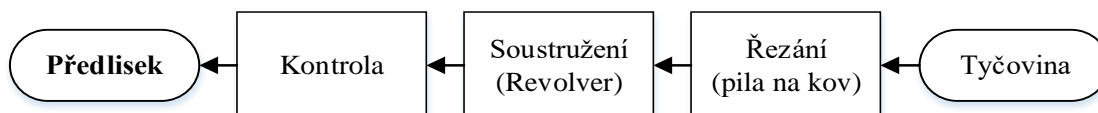
Výrobní postupy pro jednotlivé dílce převodovky EJC

Výrobní postup – Předlisek:



Obrázek 30 Výrobní postup Předlisek (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Odtlačovací čep:



Obrázek 31 Výrobní postup Odtlačovací čep (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Příruba:

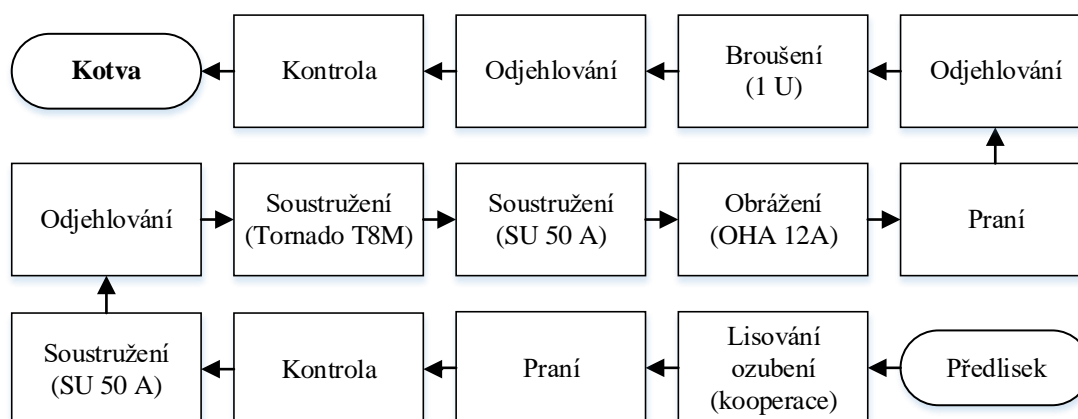
```

graph LR
    Tyčovina([Tyčovina]) --> Rezani[Řezání  
(pila na kov)]
    Rezani --> Soustruzeni1[Soustružení  
(Tornado T8M)]
    Soustruzeni1 --> Vrtani[Vrtání  
(Vesta 610 D)]
    Vrtani --> Odjehlovani1[Odjehlování]
    Odjehlovani1 --> Zalvani[Zalévání  
epoxidem]
    Zalvani --> Cisteni[Čištění po  
zalévání]
    Cisteni --> Brouseni[Broušení  
(SFRW 630)]
    Brouseni --> Prani1[Praní]
    Prani1 --> Obrazeni[Obrázení  
(OHA 12A)]
    Obrazeni --> Prani2[Praní]
    Prani2 --> Odjehlovani2[Odjehlování]
    Odjehlovani2 --> Kontrola[Kontrola]
    Kontrola --> Pririba([Příruba])
  
```

Obrázek 32 Výrobní postup Příruba (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

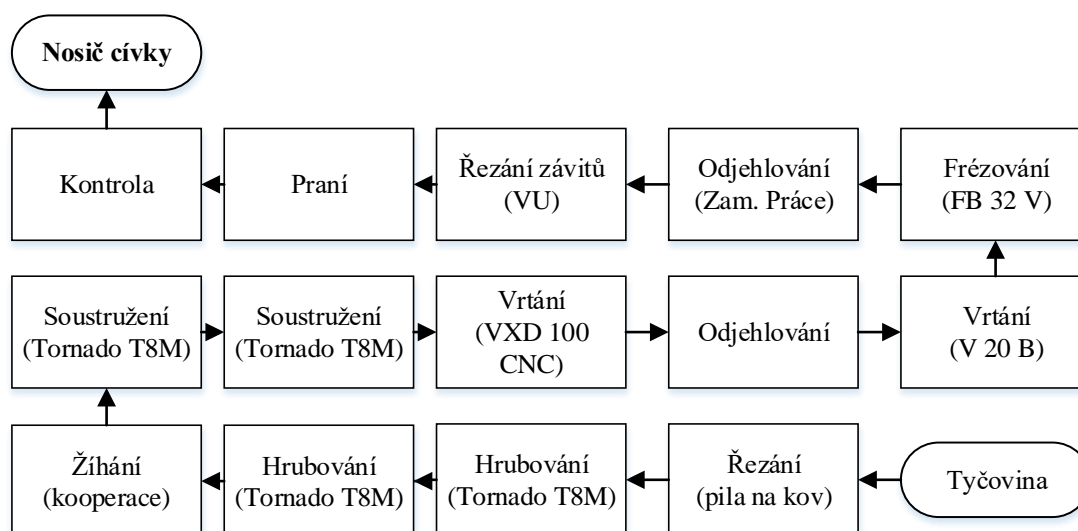
39

Výrobní postup – Kotva:



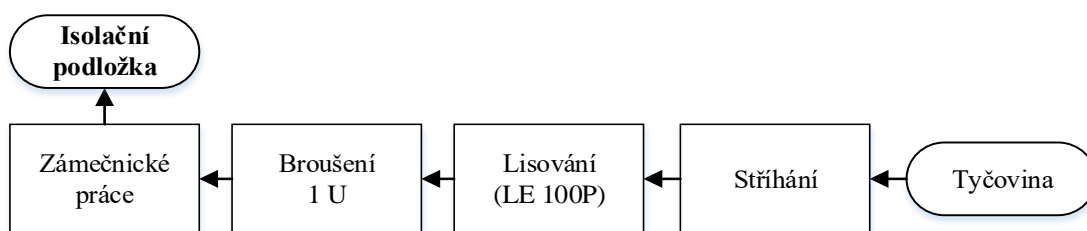
Obrázek 33 Výrobní postup Kotva (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Nosič cívky:



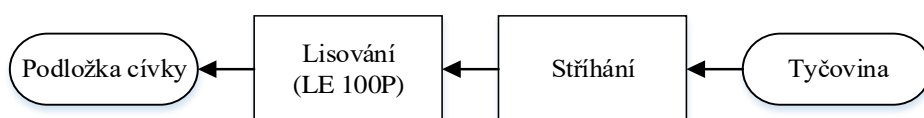
Obrázek 34 Výrobní postup Nosič cívky (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Isolační podložka:



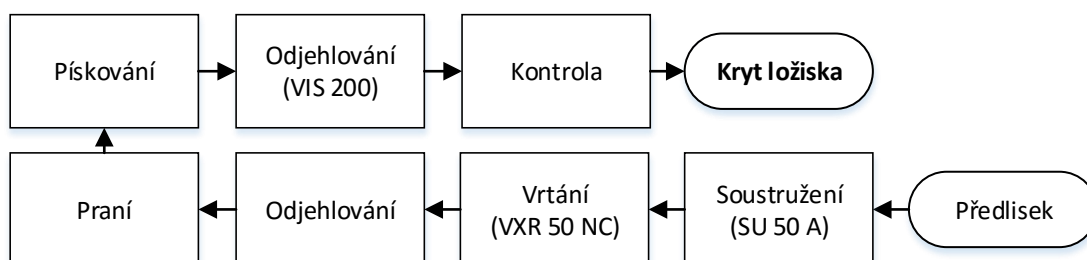
Obrázek 35 Výrobní postup Isolační podložka (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Podložka cívky:



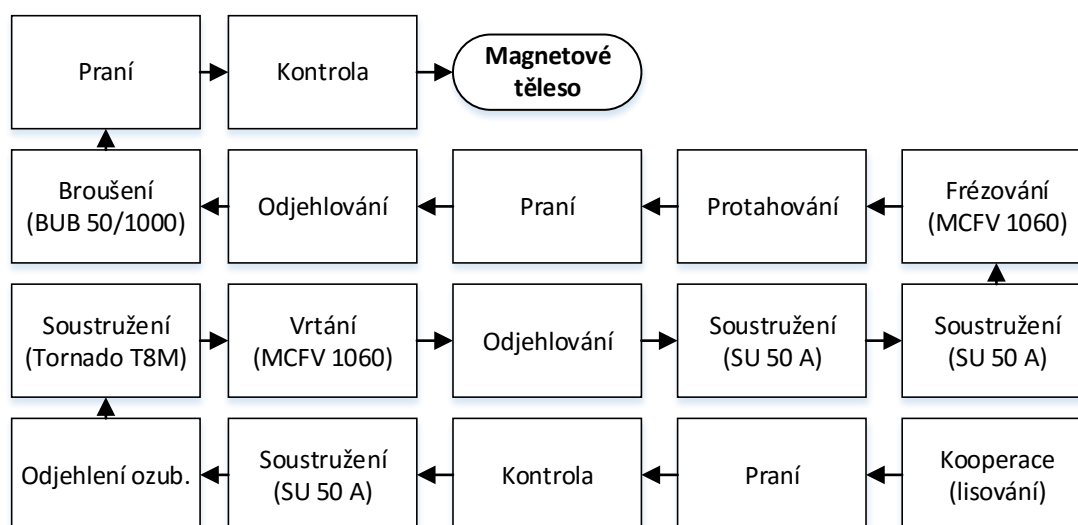
Obrázek 36 Výrobní postup Podložka cívky (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Kryt ložiska:



Obrázek 37 Výrobní postup Kryt ložiska (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Výrobní postup – Magnetové těleso:



Obrázek 38 Výrobní postup Magnetové těleso (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

3.4 Procesní analýza toku hodnot

Na základě procesních flowchartů (výrobních postupů) můžeme vidět, že jednotlivé produkty se skládají z několika dílců. Pro všechny tyto dílce jsou zde sestaveny VSM tabulky, pro přehledné zobrazení jednotlivých výrobních operací (přidaných hodnot), následné kontroly a transportu mezi jednotlivými pracovišti. Pro všechny tři produkty, je v této části uvedena tabulka pro jeden dílec a součtová tabulka, která zahrnuje hodnoty všech dílců (všechny zbylé tabulky jsou umístěny v přílohách).

Tabulka 2 VSM pro dílec Kolo 2ST převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo 2ST		●	▼	◆	➡			dd=1bedna (20 ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▼					500	
2	Transport				➡	1,6	47,5	500	
3	Soustružení	●				3,5		500	UT 200 SM
4	Transport				➡	0,9	26,5	500	
5	Frézování	●				3,1		500	Koepfer 200 CNC
6	Transport				➡	0,8	22,5	500	
7	Praní	●				0,2		500	DC 3
8	Transport				➡	2,6	77	500	
9	Protahování	●				1,0		500	RISH 6,3x1000x400
10	Transport				➡	2,2	67	500	
11	Odjehlování	●				0,3		500	SWISS 270
12	Praní	●				0,2		500	DC 3
13	Transport				➡	3,2	96	500	
14	Cementace		▼			120h		500	kooperace
15	Transport				➡	1,7	50	500	
16	Soustružení	●				1,0		500	Hyundai SKT 250 MS
17	Transport				➡	2,9	88	500	
18	Broušení	●				1,8		500	Gleason 160 TWG
19	Transport				➡	4,5	135	500	
20	Praní	●				0,2		500	DC 3
21	Transport				➡	0,9	27	500	
Celkem		9	2		10	32,4	636,5		
Celkem Still		35	11		44	136,7	2177		

Procesní analýza hodnotového toku nám ukazuje, které činnosti v podniku nám přinášejí přidanou hodnotu a naopak, kde plýtváme. Operace jako transport, kontrola a čekání jsou ve výrobním procesu nutné, ale nijak nám nepřispívají k tvorbě přidané hodnoty. V tabulce jsou uvedeny časy potřebné na výrobu jednoho kusu. Dopravní dávka je pro jednotlivé dílce převodovky zpravidla jiná. U skříní a vík je dopravní dávka

stanovena na 66 ks, což je pracovník schopen vyrobit za jednu směnu. U kola 1ST je dopravní dávka jedna plastová přepravní bedýnka, do které se umístí 40 ks koleček. Stejně tak tomu je u pastorků, hřídelí a kol 2ST, s tím že pastorků se do bedýnky vleze 180 ks, hřídelí 40 ks a kol 2ST 20 ks. Z analýzy můžeme jasně vidět, že za každou operací následuje transport na další pracoviště, čímž značně zvyšujeme průběžnou dobu výroby i náklady. Momentálně jedinou výjimku tvoří operace odjehlování a praní, které jsou umístěny vedle sebe. V tabulkách nemáme započítány časy kontroly. To je z důvodu, že veškerá kontrola probíhá paralelně s výrobním procesem, tudíž nenavýšuje průběžnou dobu výroby. V tabulkách jsou taktéž uvedeny časy pro kooperaci. Tento čas je tvořen dopravou do kooperujícího podniku, provedení potřebných operací a následnou dopravou zpět. Dalším faktem, který můžeme jasně vyčíst z tabulek, jsou transportní délky, které musí každý výrobek (resp. dopravní dávka) "naběhat", než se dostane na středisko montáže. Celková transportní délka pro převodovku Still je 2177 metrů, což dělá 72,6 minuty a tvoří tedy více jak polovinu z celkového času výroby. U analýzy materiálového toku je vhodné porovnat podíl výrobních operací s operacemi, které nepřispívají k tvorbě přidané hodnoty. V případě převodovky Still je čas přidané hodnoty 64,1 minuty a vzájemný poměr časů roven hodnotě 46,9 %. Z toho tedy vyplývá, že 46,9 % průběžné doby výroby přispívá k tvorbě přidané hodnoty (v případě, že bychom do výpočtu započítali i čas kooperace, tak by přidaná hodnota tvořila 0,17 %, tuhle hodnoty uvádíme jen pro příklad, neboť dobu kooperace nemůžeme nijak ovlivnit). Zbylý čas lze tedy považovat za plýtvání nebo nevyhnutelné čekání způsobené kooperací.

Tabulka 3 VSM pro dílec Pastorek 2 převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 2		●	▼	◆	➡			dd= 15ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▼					100	
2	Transport				➡	0,4	12	100	
3	Řezání	●				0,3		100	pila na kov
4	Transport				➡	0,4	12	100	
5	Žíhání		▼			120h		100	kooperace
6	Transport				➡	2,0	60	100	
7	Soustružení	●				5,2		100	Tornado T8MS
8	Transport				➡	1,0	30	100	
9	Značení	●				0,4		100	Multi
10	Transport				➡	1,6	46,5	100	
11	Broušení	●				0,9		100	BH OCD 3240
12	Transport				➡	0,2	6	100	
13	Frézování	●				2,8		100	Gleason 210H
14	Transport				➡	1,6	46,5	100	
15	Frézování dráž.	●				2,5		100	FNW 32x500
16	Transport				➡	2,2	67	100	
17	Odjehlování	●				1,0		100	
18	Praní	●				1,0		100	DC 3
19	Transport				➡	3,2	96	100	
20	Kalení		▼			120h		100	kooperace
21	Transport				➡	2,5	75	100	
22	Broušení	●				4,6		100	BH OCD 3240
23	Transport				➡	0,8	23	100	
24	Praní	●				0,2		100	DC 3
25	Transport				➡	0,9	27	100	
Total		10	3		12	35,6	501		
Total EJC		60	16		66	389,0	3591		

V případě převodovky EJC, po součtu všech dílců, je celková průběžná doba výroby 389 minut. Z toho 173,4 minuty tvoří činnosti, které přinášejí přidanou hodnotu a

zbylých 119,7 minuty zabere transport mezi jednotlivými pracovišti. V procentním vyjádření se dostaneme k hodnotám 59,2 % pro přidanou hodnotu a 40,8 % pro transport, tedy plýtvání. Celková transportní vzdálenost u převodovky EJC je přibližně 3590 metrů. V celkovém souhrnu jsme se dostali k lepším hodnotám než v přechozím případě, ale pouze v poměru přidané hodnoty a hodnot ostatních. Vezmeme-li v potaz, že se tato sestava skládá z 8 dílců, tak v průměru vychází pro jeden dílec přibližně 450 metrů transportu. Když uvážíme, že výrobní hala je dlouhá 100 metrů, tak nelze hovořit o přímém materiálovém toku.

Tabulka 4 VSM pro dílec Magnetové těleso spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování)

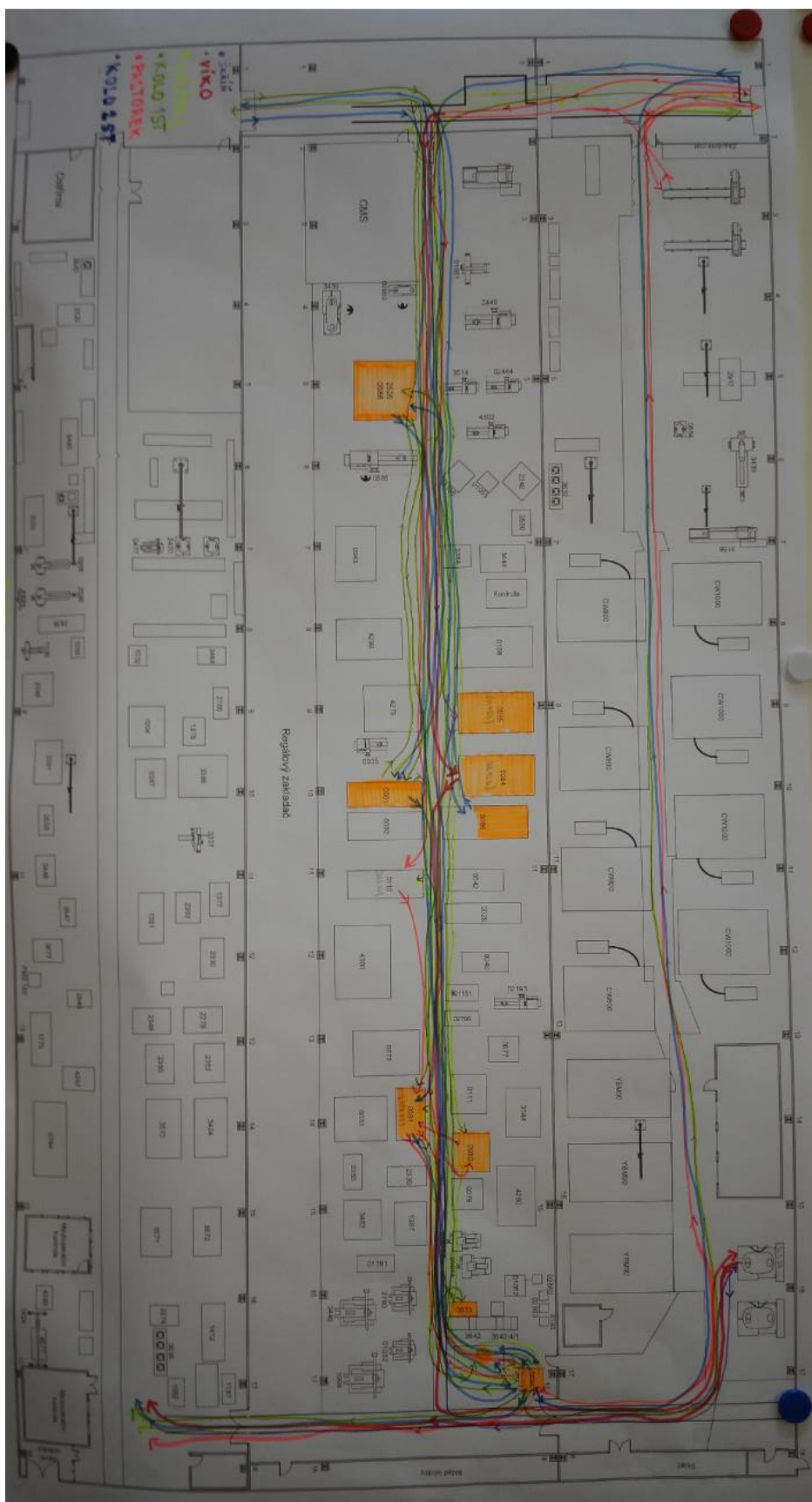
Magnetové těleso		●	▼	◆	➡				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▼						
2	Transport				➡	3,20	96	100	
3	Praní	●				1,60		100	DC 3
4	Transport				➡	1,27	38	100	
5	Soustružení	●				3,00		100	SU 50 A
6	Transport				➡	1,00	30	100	
7	Odjehlování	●				1,60		100	
8	Transport				➡	0,97	29	100	
9	Soustružení	●				11,50		100	Tornado T8M
10	Transport				➡	0,97	29	100	
11	Vrtání	●				10,20		100	MCFV 1060
12	Transport				➡	1,93	58	100	
13	Odjehlování	●				4,50		100	
14	Transport				➡	1,00	30	100	
15	Soustružení	●				11,00		100	SU 50 A
16	Soustružení	●				1,70		100	SU 50 A
17	Transport				➡	0,97	29	100	
18	Frézování	●				5,20		100	MCFV 1060
19	Transport				➡	0,45	13,5	100	
20	Protahování	●				1,20		100	BVP 13/160
21	Transport				➡	2,57	77	100	
22	Praní	●				0,50		100	DC 3

23	Odjehlování	●				6,00		100	
24	Transport				➡	0,73	22	100	
25	Broušení	●				3,90		100	BUB 50/1000
26	Transport				➡	0,73	22	100	
27	Odjehl./čištění	●				1,60		100	
28	Transport				➡	0,83	25	100	
Celkem		14	1		13	80,12	498,5		
Celkem pro EZF		67	12	0	65	390,5	2676		

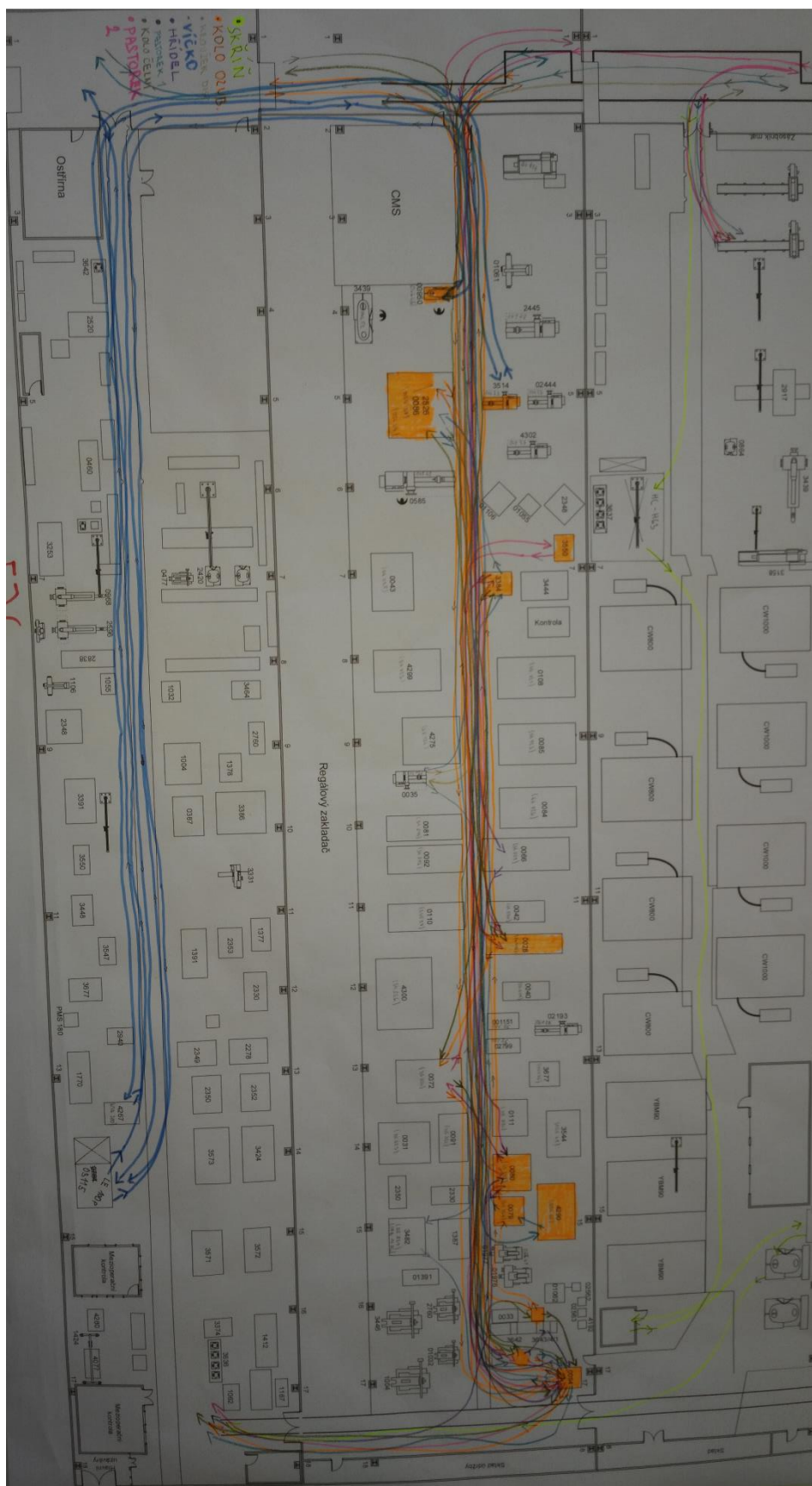
Spojka EZF je tvořena z devíti základních dílů a celková průběžná doba výroby je 390 minut. Z toho přibližně 301 minut tvoří činnosti, které tvoří přidanou hodnotu, avšak v tomto případě musíme brát v potaz, že u dílce příruba je prováděna operace zalévání epoxidem a následný proces tuhnutí, který dle technologického postupu trvá 120 minut, což představuje více než třetinu z celkového času výroby. Zbýlých 89 minut zabere transport mezi jednotlivými pracovišti. V procentuálním vyjádření se dostaneme na hodnoty 77,5% pro činnosti s přidanou hodnotou a zbylých 22,5% pro transport. Celková transportní vzdálenost pro všechny dílce je 2676 metrů. Jak můžeme vidět v tabulce, tak poměr činností s přidanou hodnotou a transportů je téměř vyrovnaný. Pro operaci čekání je celková hodnota 11 a to je způsobeno počátečním čekáním a nevyhnutelnou kooperací u několika dílců.

3.5 Špagetový diagram

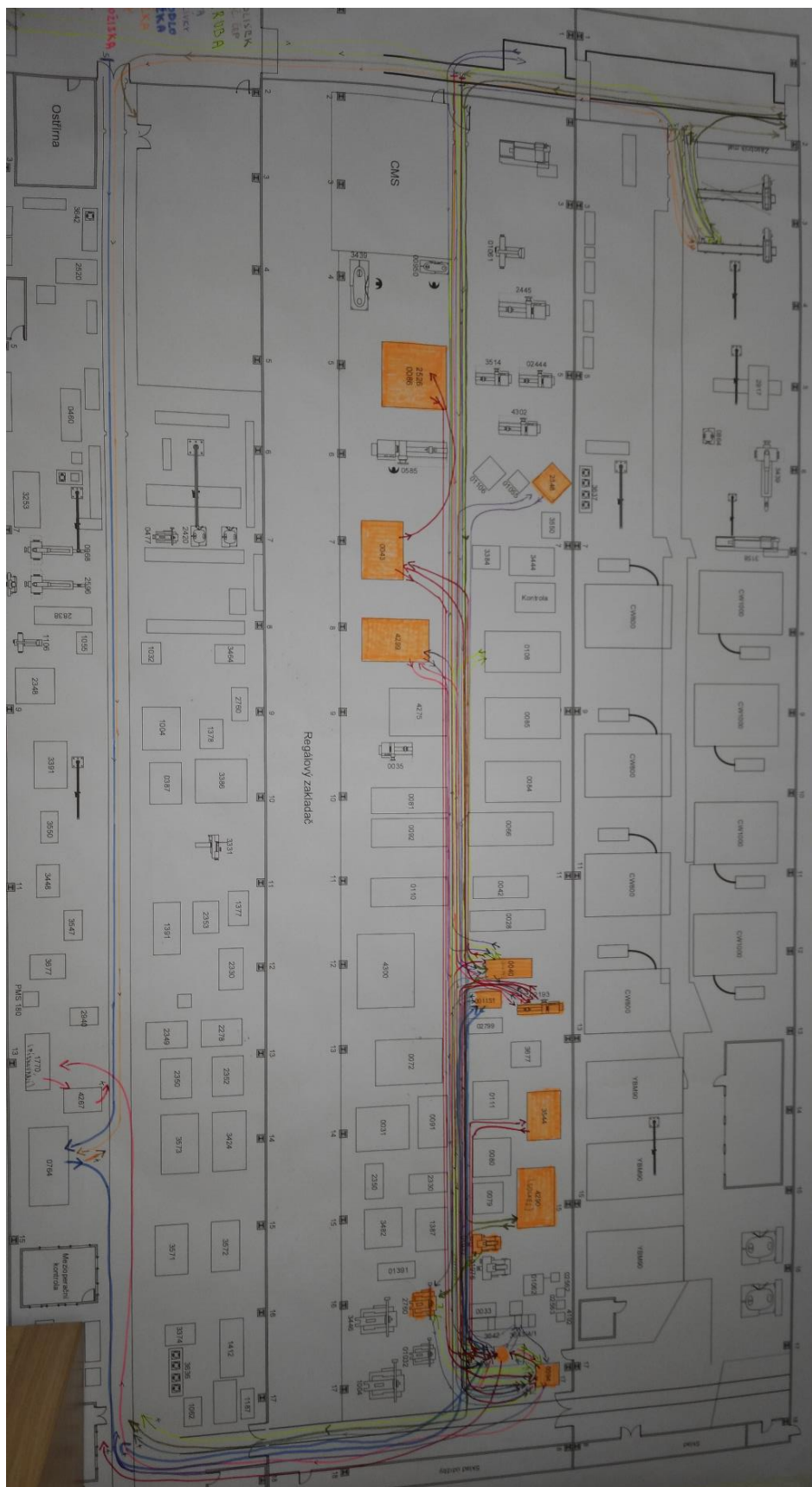
Pomocí špagetového diagramu znázorňujeme pohyb materiálu po pracovišti. V tomto případě máme zakresleny materiálové toky do nákresu současného stavu výrobní haly. Následující tři nákresy znázorňují veškeré materiálové toky všech tří produktů. Každý dílec je vyznačen jinou barvou pro přehlednost.



Obrázek 39 Špagetový diagram převodovky Still současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 40 Špagetový diagram převodovky EJC současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 41 Špagetový diagram EZF současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Z analýzy špagetového diagramu můžeme jasně vidět, že materiál téměř v každém případě několikrát cestuje skrz celou výrobní halu. To je zapříčiněno především tím, že na dílcích se provádí mnoho operací a jednotlivá pracoviště jsou rozmístěna po celé hale a velmi častou a nevyhnutelnou operací je praní dílců nebo odjehlování, přičemž právě pračka a pracoviště odjehlování je umístěno na konci výrobní haly. Další operací, která velmi výrazně prodlužuje transportní trasy, je operace broušení ozubení. Jedná se zpravidla o jednu z finálních operací a probíhá v speciálních prostorách, které jsou ve firmě umístěny mimo výrobní halu a to z důvodu, že je třeba celoročně udržovat konstantní teplotu v místnosti, pro bezchybný provoz stroje. Poslední operací, která je nevyhnutelná, je kooperace některých dílů. Jedná se především o kalení a jiné zušlechťování materiálu. Před každým uložením dílců do kooperace, je třeba opět dílce oprat, tzn., že musejí být opět přemístěny přes celou výrobní halu.

3.6 Kapacita strojů

V následující tabulce máme znázorněny všechny stroje, které se podílejí na výrobě námi zvolených výrobků. V prvním sloupci máme vypsány názvy strojů s patřičným označením pracoviště. V druhém sloupci jsou zobrazeny skutečné roční maximální kapacity (vyjádřeny v normo minutách), které má podnik momentálně skutečně k dispozici (závisí na skutečné dispozici konkrétního pracovníka a směnnosti). 93 000 Nmin je hodnota pro jeden stroj při jednosměnném provozu. Hodnota 186 000 Nmin je pro stroj s dvousměnným provozem a 279 000 Nmin pro třisměnný provoz. V případě stroje Vesta 610D máme hodnotu 558 000 Nmin a to je dosaženo třisměnným provozem na dvou identických strojích.

Tabulka 5 Roční kapacity strojů (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Seznam strojů: Název (profese)	Max. kapacita (Nmin)	Still (Nmin)	EJC (Nmin)	EZF (Nmin)	Celkem
Protahování Ekin Rish, Varinelli BVP (05437,05439)	186 000	54 400	13 600	900	68 900
Soustruh Hyundai SKT 250 SM (34521)	186 000		24 900		24 900
Soustruh Tornado T8 MS	186 000		34 900		34 900
Odmašťovací stroj DC 3, DC 3 1000/OK (26327, 26328)	186 000	68 000	26 000		94 000

Soustruh NLX 1500/500 MoriSeiki (34527)	186 000	194 000			194 000
Frézka odvalovací Koepfer 200CNC (35822)	279 000	322 000			322 000
Vertikální obrab. centrum Vesta 610D (44723)	558 000	434 000			434 000
Hrotová bruska OCD 2040 (35526)	186 000	103 600			103 600
Soustruh UT 200 SM Accuway (34514)	186 000	224 000			224 000
Odvalovací bruska Gleason 160 TWG (35881)	186 000	81 200			81 200
Hrotová bruska OCD 3240 (35527)	186 000	103 600	30 400		134 000
Frézka odvalovací Gleason 210 H (35824)	186 000		19 150		19 150
Odjehlovací stroj ozubení GT 500 (15891)	93 000	70 000	22 200		92 200
CNC bruska na otvory OIG 150 (35564)	93 000		27 650	2 272	29 922
Profilová bruska ozubení Helix 400K (35882)	186 000		79 550		79 550
Soustruh Harrison Alpha 1330 (14126)	93 000		11 780		11 780
Lis LE 100P (03115)			3 700	190	3 890
Soustruh SU 50A (04127)	186 000		7 450	5 320	12 770
Frézka odvalovací OFA 16SC (35821)	186 000		22 620		22 620
Bruska na plocho Goeckel (05665)	93 000		2 200	1 030	3 230
Frézka drážkovací FNW 32x500 (05312)	93 000		6 900		6 900
Soustruh Tornado T8 M (34519)	186 000		23 350	34 200	57 550
Bruska na plocho SFWR 630 (05661)	93 000			2 100	2 100
Odvalovací obrážka OHA 12A (05816)	93 000			1 260	1 260
Bruska hrotová 1U (05521)				1 260	1 260
Vertikální obrab. centrum MCFV 1060 (44725)	186 000			13 650	13 650
Bruska hrotová BUB 50 (05531)	93 000			2 500	2 500

V dalších sloupcích máme znázorněny skutečné hodnoty kapacit pro jednotlivé produkty a poslední sloupec je součtem těchto hodnot, tedy skutečná využitá kapacita pracoviště. Jak můžeme vidět, tak ve třech případech je potřebná kapacita vyšší než maximální kapacita pracoviště. Jde o pracoviště frézování ozubení na stroji Koepfer 200CNC a pracoviště soustružení na soustruzích NLX 1500/500 MoriSeiki a UT 200 SM Accuway. Toto překročení kapacit je zpravidla kompenzováno dvěma způsoby. První možností je přesunutí práce na jiný stroj, který je kapacitně k dispozici a je schopen daný dílec obrobit se stejnou kvalitou. A druhou možností jsou přesčasy zaměstnanců. V případě stroje Koepfer je možným zástupcem stroj Gleason 210H, který je taktéž určen pro frézování ozubení. V případě soustruhů NLX 1500/500 MoriSeiki a UT 200 SM

Accuway, je v podniku k dispozici více „náhradníků“. Výroba může být přesunuta na soustruhy Hyundai SKT 250SM a FBL-250SY Chevalier.

Závěr analýzy

Z analýzy materiálových toků vyplývá, že ve výrobním procesu po každé operaci zpravidla dochází k transportu na jiné pracoviště. Tyto transportní vzdálenosti je třeba co nejvíce zkrátit po případě úplně odstranit, aby došlo k zlepšení materiálového toku, zkrácení doby výrobního procesu a zvýšení poměru operací přinášející přidanou hodnotu podniku.

Dle špagetového diagramu můžeme přesně vidět pohyb materiálu mezi jednotlivými pracovišti. Z diagramu vyplývá, že materiál v mnoha případech cestuje mezi jednotlivými pracovišti přes celou výrobní halu. Stejně tak tomu je v případě, že je předáván do kooperace nebo jde v některých případech na operaci broušení ozubení. Je tedy rozumné, pokusit se rozmístit jednotlivé pracoviště tak, aby na sebe v rámci operací navazovali a nebo byli alespoň v co nejtěsnější blízkosti u sebe a díky tomu bylo dosaženo přímočarého toku materiálů a celkového zlepšení výrobního procesu.

Na základě těchto vyzdvihnutých nedostatků navrhne nové řešení rozmístění layoutu se zaměřením na námi zvolené produkty.

4 Teoretické vyhodnocení přístupů pro návrh řešení

4.1 Základní pojmy

Výrobní proces

Jedná se o transformaci vstupů, kterými jsou výrobní faktory, na výstupy, což mohou být statky i služby, které jsou následně předmětem spotřeby. Za statky považujeme fyzické komodity a za služby úkony nebo činnosti, po kterých je poptávka. Výrobní faktory (zdroje) jsou zpravidla **práce, půda, kapitál a informace** (KEŘKOVSKÝ, 2001).

Řízení výroby

Řízení výroby chápeme jako působení pracovníků (manažerů) na výrobní systémy s cílem zajistit jejich optimální fungování a rozvoj. Je to cílevědomá činnost, která organizována za účelem tvorby materiálních či nemateriálních statků s cílem uspokojit požadavky a přání zákazníků. Výstupem výroby jsou tedy výrobky nebo služby (HEŘMAN, 2001).

Pojem řízení výroby dnes chápeme zejména jako neustále reagování na měnící se podmínky okolí a řízení změn, které musí podnik z důvodu udržení svého postavení na trhu opětovně provádět. Mezi základní cíle řízení výroby patří (HEŘMAN, 2001):

- zabezpečení výroby výrobků (služeb) na vysoké technicko – ekonomické a jakostní úrovni
- včasné zavádění výrobních a technologických inovací
- zajištění vysoké pružnosti výroby
- zdokonalování informačních systémů řízení výroby
- optimalizace spotřeby a snižování nákladů
- zkracování průběžné doby přípravy a výroby a s tím spojená minimalizace výrobních zásob

- zajištění vysoké produktivity všech procesů k udržení či zvýšení konkurenceschopnosti

Hlavním cílem optimálního rozmístění výrobního zařízení je zrychlení toku výrobků a ne pouze ve výrobním procese, ale ve všech oblastech podniku. Od přijetí materiálu až po expedici finálního výrobku. To vede k vybudování „štíhlého“ výrobního toku. Jakékoliv přerušení či pozastavení výrobního procesu snižuje efektivnost. Vždy, když dojde k pozastavení práce a potom k opětovnému rozjezdu, snižuje se produktivita. Stane-li se to jednou, není to až tak závažné a můžeme to brát jako výstrahu. Nasčítá-li se těchto přerušení více, projeví se to později jako velká nehospodárnost (KAVAN, 2002).

Každé přerušení výroby, které není součástí technologického postupu, nám prodlužuje průběžnou dobu výroby. Ta se skládá z (KAVAN, 2002):

$$PDV = D_t + D_m + D_k$$

D_t – doba technologická

D_m – doba manipulace

D_k – doba klidu

Podniky se snaží redukovat kteroukoliv z těchto dob a hlavně eliminovat dobu klidu, protože ta nepřináší žádnou přidanou hodnotu finálnímu výrobku. Snahou je taktéž zkrátit dobu mezi operacemi. V praxi se ukázalo, že opracovaná část tráví i 99% průběžné doby výroby čekáním na mezioperačním skladě (KAVAN, 2002).

4.2 Filozofie štíhlého řízení

Lean management nebo také štíhlá výroba znamená dělat jen takové činnosti v podniku, které jsou potřebné, dělat je správně hned napoprvé, dělat je rychleji než ostatní a vynaložit přitom méně peněz. Šetřením však ještě nikdo nezbohatl, lean je o zvyšování výkonnosti firmy tím, že podnik dokáže na své ploše vyprodukovat více než konkurenti, že s lidmi a výrobními zařízeními, které jsou k dispozici, vyrobíme vyšší přidanou hodnotu než ti druzí, že vyřídíme více objednávek, že jsme schopni na jednotlivé

podnikové procesy a činnosti spotřebovat méně času. Štíhlost podniku spočívá v uspokojení zákazníka v co nejvyšší míře se zároveň minimálním počtem činností, které hodnotu výrobku nebo služby nezvyšují. Být štíhlý tedy znamená vydělat více peněz za kratší dobu s vynaložením menšího úsilí (KOŠTURIÁK et al., 2006).

Klasická definice říká: „Štíhlá výroba znamená vyrábět jednoduše v samořízené výrobě. Koncentruje se na snižování nákladů přes nekompromisní úsilí po dosažení perfekcionismu. Ke každému dni ve výrobě patří principy kaizen aktivit, analýza toků a systémy kanban. Toto úsilí vztahuje do změn všechny pracovníky podniku – od vrcholného managementu až po pracovníky ve výrobě“. Štíhlá výroba není samoúčelné snižování nákladů. Zaměřuje se především na maximalizaci přidané hodnoty pro zákazníka. Zeštíhlování je cesta k tomu, abychom vyráběli více se současně nižšími režijními náklady, a co nejefektivněji využili své výrobní plochy a výrobní zdroje. Nutností fungování štíhlé výroby je propojení s vývojem výrobku a technickou přípravou výroby, logistikou a administrativou podniku. Častou chybou se stává, že podniky mají od sebe fyzicky oddělen proces výroby s vývojem výrobku. Štíhlost je vytvářena už v předvýrobních krocích značná část parametrů štíhlého podniku je silně ovlivněna logistickým řetězcem nebo procesy v administrativě (KOŠTURIÁK et al., 2006).

Jak již bylo řečeno, štíhlý podnik se musí zaměřit na několik oblastí (KOŠTURIÁK et al., 2006):

- **Štíhlá výroba** se musí zaměřit na eliminaci prvků, kterou vedou k plýtvání a v určité míře se vyskytují ve všech výrobních podnicích. Jedná se o následující prvky:
 - Nadvýroba – vyrábí se zbytečně mnoho anebo předčasně
 - Nadbytečná práce – činnosti nad rámec definované specifikace
 - Zbytečný pohyb – pohyb co nepřináší hodnotu
 - Zásoby – držení zbytečných zásoby, které nejsou potřebné pro splnění výroby
 - Čekání – na součástky, materiál, informace nebo dokončení strojového cyklu
 - Opravy – odstraňování nekvality
 - Nevyužité schopnosti zaměstnanců – **největší plýtvání v podniku**

Základem štihlé výroby je **štihlé pracoviště**. Podle toho, jak je v podniku uspořádáno pracoviště, se odvíjí pohyby, které na něm musejí zaměstnanci denně vykonávat. Od pohybu, se pak odvíjí parametry výroby jako je spotřeba času, výkonové normy, výrobní kapacity a další (KOŠTURIK et al., 2006).



Obrázek 42 Štihlá výroba (Zdroj: Košturiak, 2006)

Součástí štihlého pracoviště je stanovení zásad **5S** (KOŠTURIK, 2008):

1. **Separovat** (stanovení potřebných pomůcek a zařízení na pracovišti) – na pracovišti musí být pouze předměty potřebné pro aktuální provoz a pouze v potřebném množství, na označení předmětů se užívají kartičky
2. **Standardizovat** – pouze u standardizovaného pracoviště má každý pracovník jasnou představu o tom, co, kdy a kdo má dělat a z jakého důvodu je třeba čistit, kontrolovat, udržovat
3. **Systematizovat** (jasně definované místa pro uložení potřebných položek na pracovišti) – cílem je vhodné umístění označených kartiček, vše musí být umístěno tak, aby každý zaměstnanec ihned našel vše potřebné na předem stanoveném místě. V případě, že položky, předměty či jiné materiály nejsou uspořádány, dochází k plýtvání z důvodu dlouhého hledání předmětů, zranění v důsledku nepořádku, zmetkovitosti atd.

4. **Stále čistit** (pořádek a čistota) – nečisté pracoviště vede k potlačení možných rizik, jako je ztráta důvěry dlouhodobého zákazníka, pravděpodobnost zranění atd.
5. **Sebe disciplinovanost** (dodržování disciplíny zaměstnanců, pořádku a rozvoj myšlení) – podnik musí svůj stav nejen udržovat, ale především neustále zlepšovat, proto je důležité pro úspěšné zavedení 5S provádět pravidelné audity či školení zaměstnanců.

V našem případě jsou jednotlivá S přeložena do českého jazyka, v originálním znění 5S znamená „seiri“ vytvoř pořádek, „seiton“ každý předmět uskladni na správném místě, „seiso“ čistota, „seiketsu“ osobní vztah k pořádku a „shitsuke“ disciplína.

- **Štíhlá logistika** zahrnuje činnosti jako skladování, přeprava a manipulace, které zaměstnávají až 25% pracovníků, zabírají až 55% ploch a tvoří až 87% času, který stráví materiál v podniku. Tyto činnosti mohou tvořit 15 až 70% celkových nákladů vynaložených na výrobek a v podstatné míře ovlivňují i kvalitu výrobků. 3 až 5% je znehodnocováno nesprávnou dopravou, manipulací a skladováním. Podniky přizpůsobují výrobky a výrobu individuálním přáním zákazníků, roste počet objednávek přes internet, podniky poskytují hromadnou výrobu na zakázku (mass customization). Tohle jsou faktory, které každým dnem zvyšují podíl logistiky na úspěchu či neúspěchu podniku (KOŠTURIÁK et al., 2006).

I v logistice dochází k častému plýtvání a to především (KOŠTURIÁK et al., 2008):

- Zásoby, nadbytečný materiál a komponenty – materiál je dodáván příliš brzy anebo ve zbytečném množství. Častou příčinou je chybná dokumentace, chyby plánovacího systému nebo je pochybení na straně dodavatele
- Zbytečná manipulace – nepotřebné přesuny materiálu, přeskládávání atd.
- Čekání – na součástky, materiál, informace nebo dopravní prostředky
- Opravování poruch – odstraňování poruch v logistickém řetězci

- Chyby – připravení materiálu a komponentů v nesprávném množství a čase
- Nevyužité přepravní kapacity
- Nevyužité schopnosti pracovníků
- **Štíhlý vývoj** a technická příprava výroby je prvním krokem v cestě k štíhlému podniku. Zde je především kladen důraz na variabilní náklady, ale i fixní náklady. Konstruktor a technolog, vzájemně stanovují, jakým způsobem bude výroba a montáž probíhat a mají možnost přímo do výrobku a výroby zahrnout principy štíhlosti např. vyloučení omylů, autonomii pracoviště, nízkonákladovou automatizaci a jiné. Často bývá argumentováno, že se procesy vývoje a technické přípravy výroby dají těžko racionalizovat z důvodu, že mají tvořivý charakter a proto je nemožné je přesně popsat a přiřadit jim časové hodnoty. To však není pravda, ze zkušeností vyplývá, že zhruba 80 – 85 % činností v oblasti vývoje a technické přípravy výroby má opakující se charakter a je možné k nim přistupovat jako k jiným opakovaným administrativním činnostem (KOŠTURIÁK et al., 2006).

Plýtvání ve vývoji (KOŠTURIÁK et al., 2006):

- Vytváření nadbytečné dokumentace – špatné kódování a archivace, zaměstnanci neustále vytvářejí nové výkresy výrobku, postupy, přípravy atd.
- Hledání dokumentace a informací – zbytečné hovory, e-maily, hledání v počítačové síti, archivu atd.
- Čekání – na informace a materiál
- Zbytečné chození – návštěvy dalších oddělení, neustále upřesňování, dohledávání dodatečných informací
- Změny v dokumentaci, korekce, opravování chyb – nejasné či nepřesné sdělení informací z obchod. oddělení
- Ztráty času – zbytečné porady s nesprávným řízením projektu

- Zbytečná práce – nepotřebné statistiky a výkazy, nepotřebné činnosti vyplývající z nesprávných směrnic a postupů z přípravy výroby

„Všechny nadbytečné funkce výrobku, které neuspokojí přání a potřeby zákazníka, přičemž zákazník za ně musí platit, jsou plýtváním.“

- **Štíhlá administrativa**

Bylo zjištěno, že více než 50% průběžné doby zakázky je tvořeno činnostmi v oblasti administrativy. Příčiny můžeme nalézt v následujících oblastech (KOŠTURIK et al., 2006):

- Interní problémy v komunikaci mezi odděleními a lidmi
- Komunikační problémy se zákazníky a dodavateli
- Nepravidelně zatíženy jednotlivá oddělení a nerovnoměrný chod zakázek
- Softwarové problémy
- Zatížení spolupracovníci – špatná synchronizace administrativních procesů
- Dlouhé vzdálenosti mezi odděleními
- Nedostatečná kvalifikace zaměstnanců

Mezi hlavní cíle štíhle administrativy patří (KOŠTURIK et al., 2006):

- Krátká průběžná doba zakázek
- Nízké zásoby a jasně specifikované procesy
- Bezchybnost procesů
- Zvýšení efektivity admin. procesů

Tak jako v předchozích případech, tak i zde existuje mnoho forem plýtvání, které se podnik musí snažit odstranit, zde můžeme např. podotknout (KOŠTURIK et al., 2006):

- Nadbytek informací, jejich příprava a zpracování – informace, které zákazník ani nepotřebuje, zprávy protokoly, které nikdo nečte
- Přeprava zbytečných informací

- Zbytečný pohyb na pracovišti
- Hledání, čekání – nespolehlivost spolupracovníků, neplnění termínů, nedostupnost strojů nebo kancelářského vybavení
- Složité postupy nebo nesprávná práce – špatné nastavení softwaru a jeho neznalost, nesmyslné úkoly
- Zásoby – nepořádek na pracovním stole, položky čekající na zpracování, nepřečtené či nevyřízené e-maily
- Chyby – v papírech a info. systémech, chybná data, špatně definované úkoly

4.3 Štíhlý layout

V předchozí části jsme si již řekli, že oblast přepravy, skladování a manipulace zaměstnává až 25% pracovníků, zabírá 55% ploch a tvoří až 87% času, který stráví materiál v podniku.

Tyto vzniklé náklady souvisejí s nesprávně navrženým layoutem a právě ten může být v mnoha podnicích příčinou plýtvání. Mnoho našich firem se v současné době přizpůsobovalo moderním trendům a často docházelo k rozšiřování výroby, změně výrobního sortimentu nebo přesunutí výroby do zahraničí. Tyto změny byly zpravidla uskutečňovány v časovém vypětí, bez pevně nastavené koncepce. Výsledkem jsou layouts, které způsobují nejen zbytečně dlouhé materiálové toky, ale i zbytečně moc manipulačních, skladovacích a kontrolních činností, nepřehledné procesy a složité řízení logistiky (KOŠTURIÁK, 2006).

K odstranění těchto problémů je třeba uplatnit metodu štíhlého layoutu a výrobních buněk. Štíhlý layout mimo jiné přináší úsporu ploch, kde můžou být umístěny nové výrobní programy. Zmenšení skladovacích ploch neznámá jen snížení zásob, ale i lepší přehled pohybu materiálu a zjednodušení řízení (KOŠTURIÁK, 2006).

Štíhlý layout musí splňovat tyto hlavní prvky (KOŠTURIÁK, 2016):

- Přímý materiálový tok směrem k montážní lince a expedici
- Co nejkratší přepravní vzdálenosti mezi operacemi
- Minimální plochy na zásobníky a mezisklady

- Dodavatelé co nejbliže k zákazníkům
- Přímocharé a krátké trasy
- Co nejkratší průběžné časy
- Odstranění zbyteční manipulace
- FIFO, Pull systém, kanban
- Buňkové uspořádání
- Flexibilita s ohledem na různorodost výroby

4.4 Výrobní logistika

Výrobní logistika řídí veškeré materiálové toky od vyzvednutí ze skladu surovin, přes jednotlivé výrobní operace až po sklad hotových výrobků. Cílem výrobní logistiky je dodat materiál na místo spotřeby ve správný čas, ve správném množství, v správné kvalitě a to vše při dosažení co nejnižších nákladů. Výrobní logistika se zaměřuje na následující činnosti (PRECLÍK, 2006):

- Předvýrobní skladování materiálů a polotovarů
- Manipulace s materiálem ve výrobě
- Mezioperační a operační přeprava
- Mezioperační skladování (mezisklady a vyrovnávací sklady)
- Manipulace při montáži
- Manipulace hotových výrobků, balení a expedice

Cílem výroby a výrobní logistiky jsou plynulé toky materiálů, vyhovující pracovní podmínky pro pracovníky a vysoká pružnost celého systému. Dokonalá optimalizace těchto cílů je zpravidla dosti složitá a rozsáhlá, protože ve výrobním systému je velké množství provázaných prvků. Minimalizace dopravních nákladů je jednoduše vyčíslitelný ukazatel, můžeme jej změnit pomocí změny délky přepravy, či výměny přepravního prostředku. Za ideální stav je považována žádná mezioperační doprava. Tento cíl nelze dokonale splnit ve všech typech výroby. Ideální je proto umístit pracoviště s největším materiálovým tokem blízko sebe. Dalším faktem, na který je nutno myslet, je zajištění dostatečného prostoru, tak aby bylo možné použít co nejvhodnější manipulační

techniky. Z tohoto jasně plyne, že optimálním uspořádáním pracovišť můžeme snížit mezioperační náklady na skladování (PRECLÍK, 2006).

Vymezení logistických toků

Podniková logistika se zaměřuje na analýzu, plánování, řízení a kontrolu všech dopravních a manipulačních procesů. Materiálové a jim odpovídající informační toky tvoří hlavní cíl podniku. S logistickým procesem je úzce spjat systém vnějších vztahů dodavatelů a odběratelů, kde vzniká materiálový řetězec. Cílem logistiky je najít optimální řešení jak materiálového toku, tak informačního. Materiálový tok bývá v podniku charakterizován směrem, rychlostí, intenzitou, délkou, výkonem, frekvencí a počtem manipulačních operací. Délka a charakter materiálového toku je ovlivněn složitostí výrobního procesu, prostorovým uspořádáním a rozmístěním budov a strojů z hlediska celého podniku (MAKOVEC, 1998).

4.5 Uspořádání výrobního procesu

Uspořádání a struktura výrobních faktorů se odvíjí od mnoha aspektů. Důležitou roli hraje charakter produktu, trh, objem výroby, charakter poptávky, použité technologie atd. Výrobní procesy lze dělit podle druhu práce na (JUROVÁ, 2013):

- Technologické procesy – jde o výrobní operace, u kterých dochází dle technické dokumentace k transformaci materiálových prvků v konečný výstup pro zákazníka
- Netechnologické procesy – v praxi se zpravidla dělí na pomocné a obslužné procesy, které zabezpečují plynulý materiálový tok výrobou. Jde o činnosti jako je doprava, skladování, manipulace s materiálem, údržba atd.

Rozhodování o uspořádání výrobního procesu se doporučuje uskutečňovat ve třech krocích, a to se zaměřením na (JUROVÁ, 2013)

- objem a výrobní portfolio
- cíle řízení výrobního procesu
- uspořádání pracovišť na výrobních plochách

Dle Kavana existují tři stěžejní důvody, kterých se podniky obávají při rozhodování o uspořádání výrobního procesu (KAVAN, 2002):

- mohou vést k velkým investicím a vyvolat tvůrčí úsilí vedení
- vyžadují smysl pro strategii, představivost, odvahu a podporu lidí
- mají enormní vliv na náklady a efektivnost, spojené se zaváděním nového uspořádání (mohou narůst)

Potřeba změny může být vyvolána několika aspekty. Tím nejčastějším je malá efektivita současné výroby (zpravidla vysoké náklady, mnoho úzkých míst). Dále se může jednat o nedokonalost materiálového toku, zavádění nových výrobků či služeb, modernizace a nové technologie a mnoho dalších.

4.6 Projektování výrobního systému

Výrobní systém je tvořen propojením prvků výroby. Jde o systém dohromady propojených výrobních a pomocných prostředků (stroje, dopravní a manip. zařízení, sklady atd.) s předmětem výroby. Hlavním problémem, který se ve výrobním procesu vyskytuje, je rozpor mezi dosažením vysoké produktivity a pružnosti výroby s nalezením kompromisu mezi využitím zařízení a zkracováním průběžných časů výrobního procesu. Cílem tvorby výrobních systémů je snaha navrhnout řešení pro efektivní plnění plánovaných i nových výrobních zakázek (JUROVÁ, 2013).

Častým rozporem ve výrobě je řešení dvou proti sobě jdoucích požadavků (JUROVÁ, 2013):

- maximalizace využití strojů
- minimalizace průběžné doby výroby

Maximální využití strojů je spojeno s minimálními prostoji, což je spojeno s nutností snižovat přípravné a vedlejší časy a zabezpečit okamžitý přísun práce na pracoviště. Tohoto bývá dosahováno pomocí mezioperačních zásob. Na druhé straně právě mezioperační zásoby způsobují zvyšování podílu časů čekání na celkové průběžné době (JUROVÁ, 2013).

Výrobní systém by měl být pružnější s ohledem na (JUROVÁ, 2013):

- počet typů opracovaných komponent
- různou posloupnost opracování jednotlivých výrobních dávek
- velikost výrobních dávek

Ideální situace podniku je taková, když je v moderním výrobním systému vše v pohybu. Ať jde o zásoby, lidskou pracovní sílu nebo stroje. Zásoby rozpracované výroby se zbytečně neskladují, ale jsou v pohybu pomocí manipulačních či dopravních prostředků a nedochází k prodlužování průběžné doby výroby. Zaměstnanci nemusejí být pevně „přikováni“ pouze k jednomu pracovišti, ale podle potřeby se pohybují ve výrobě či montáži. Některé druhy strojů, dovoluje-li to jejich konstrukční provedení, mohou být taktéž přesunuty na jiné místo (JUROVÁ, 2013).

V dnešní době, kdy jsou výrobní systémy tvořeny ze složitých a drahých zařízení, už tradiční nástroje pro řešení projektů nepostačují. Silnou pozici si při projektování a provozu výrobních systémů vydobyla simulace. Na počítači se vytvoří model výrobního systému, se kterým se následně podle potřeb experimentuje. Simulace zkoumá chování výrobního systému v různých fázích projektu a provozu systému (JUROVÁ, 2013).

Možnosti uspořádání výrobního procesu

To jakým způsobem bude výrobní proces uspořádán, má významný vliv na efektivitu chodu moderního výrobního systému. Jde o optimalizaci rozmístění výrobních oddělení, pracovních středisek a konfiguraci výrobního zařízení, kdy podmínkou optimality je zpravidla produktivita. Abychom dosáhli úspěšného uspořádání výrobního procesu, je třeba se zaměřit na plynulost toku zakázek a jejich hospodárné přepravy. Při sestavování výrobních procesů musíme brát v potaz fakt, že jakékoliv rozhodnutí v jednom úseku se rychle projeví změnou v ostatních, které s ní souvisejí. Proto mluvíme o výrobním systému. Finální produktivita je dána úzkým místem (KAVAN, 2002).

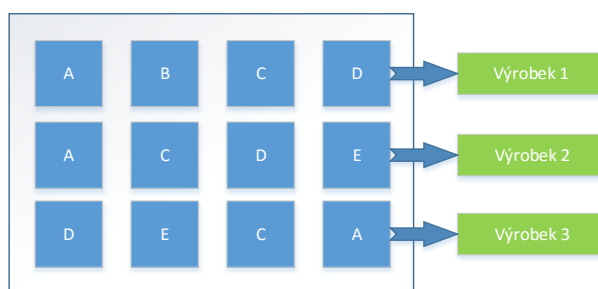
Podle teorie máme na výběr tyto základní možnosti uspořádání výrobního procesu (KAVAN, 2002):

- Předmětné uspořádání

- Technologické uspořádání
- Pevné uspořádání
- Buňková výroba

a) **Předmětné uspořádání** (Product layout)

Tento způsob uspořádání se zaměřuje na maximální standardizaci výrobků a především standardizaci pracovních operací. Jde o zajištění hladkého, rychlého a mohutného toku výrobku, to jest přesně to, co podnik potřebuje. Technologické operace jsou prováděny postupně za sebou na jedné či více výrobních položkách. Tok materiálu a polotovaru bývá pevně stanoven, tudíž se jedná o výrobní linky. Z ekonomického hlediska jsou výsledkem nízké výrobní náklady a vysoká konkurenceschopnost, samozřejmě se zajištěným odbytem (KAVAN, 2002).



Obrázek 43 Předmětné uspořádání (Zdroj: Vlastní zpracování)

Výhody předmětného uspořádání jsou (KAVAN, 2002):

- Efektivní výroba
- Úspora nákladů na školení lidí při zajištění vysoké kvality práce
- Nízké materiálové náklady, plynulost toku materiálu
- Přispívá k automatizaci běžných (opakujících se) činností (účetnictví, řízení zásob atd.)

Nevýhody (KAVAN, 2002):

- Monotónnost práce může vést k otupělosti
- Nízká kvalifikace a motivace může vést k zanedbání údržby zařízení a kvality výstupu
- Nízká pružnost při změnách

- Při poruchách či nedostatku materiálu nebo lidí může dojít k zhroucení systému

b) **Technologické uspořádání** (Process layout)

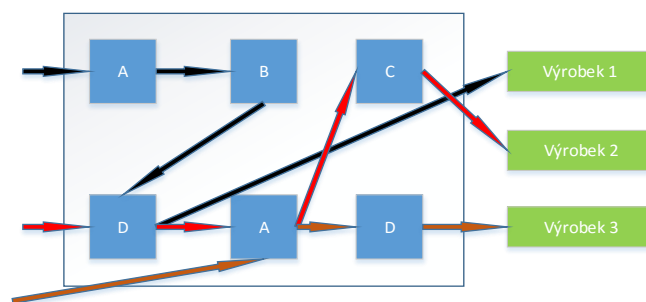
Tento typ uspořádání na rozdíl od předmětného má výhodu, že lépe zvládá odlišnost výrobních požadavků. Při tomto uspořádání lze improvizovat. V podniku jsou oddělení tvořena specializovanými pracovišti, ve kterých probíhají podobné druhy činností (pracoviště soustruhů, vrtaček atd.). Cesta výrobků po pracovišti je různá a k jejich přepravě se používají různé manipulační pomůcky jako vozíky, bedny, bedýnky a další. Velikost přepravované výrobní dávky je dána technickými podmínkami funkce výrobního zařízení (KAVAN, 2002).

Výhody technologické uspořádání jsou (KAVAN, 2002):

- Lze uspokojit široké spektrum výrobních přání zákazníků
- Při poruše zařízení nedochází, k tak velkým výpadkům ve výrobě
- Zařízení jsou flexibilnější a často méně nákladné na údržbu
- Není třeba tolik úsilí v předvýrobních krocích

Nevýhody (KAVAN, 2002):

- Může dojít k zbytečnému nárůstu nákladů na rozpracovanou výrobu a zásoby
- U výrobních procesů je třeba míra tvořivosti a racionalizace
- Nižší využití zařízení a lidí
- Větší nároky na řízení lidí (nákladnější)
- Vedoucí pracovníci musí být schopni okamžitě improvizovat
- Složitější a nákladnější řízení výrobku (účetnictví, řízení zásob atd.)



Obrázek 44 Technologické uspořádání (Zdroj: Vlastní zpracování)

c) Pevné uspořádání (Fixed position layout)

Zde nemůžeme mluvit o standartní výrobní situaci. Jde o neustále častější a potřebnější případ řízení náročné přípravy a záběhu inovace či řízení počátku nové podnikatelské příležitosti. Konkrétním příkladem může být příprava výroby nového letadla, přičemž celý tento proces je velmi náročný, neboť montáž se skládá z tisíců dílů a montážních skupin, které jsou posílány z celé Evropy (KAVAN, 2002).

d) Buňková výroba (Cellular manufacturing)

Jedná se o moderní způsob uspořádání. Stroje jsou spojeny do skupinek (buněk). Tyto buňky jsou schopny produktivně vyrobit položky s obdobnými výrobními požadavky. Buňky si lze představit jako miniaturizovanou a flexibilní obdobu předmětného uspořádání. Uspořádání strojů je takové, aby byly zajištěny minimální nároky na přepravu. Skupina výrobků v buňce jde stejnou cestou, přičemž výrobky vynechávají operace, které nepotřebují. Buňková výroba se snaží spojit výhody předmětného i technologického uspořádání, aby bylo však možno toho dosáhnout, podnik musí mít dokonale fungující řídicí informační systém. Systém musí být skutečně k nápomoci manažerovi výroby, aby mu pomáhal v rychlém rozhodování. To by v současné době neměl být problém, protože na trhu je velká nabídka a firma si může nechat sestavit systém na míru (KAVAN, 2002).

4.6.1 Prostorové uspořádání výrobního procesu

Uspořádání a struktura konkrétní výroby a její řízení (výrobní systém) se odvíjí především od charakteru výroby a technologického postupu konkrétního podniku. Mezi další aspekty, které uspořádání ovlivňují, patří objem výroby, charakter poptávky, vnitropodniková organizace, což je rozmístění všech výrobních, skladovacích a dalších

objektů včetně vnitropodnikových a příjezdových cest. Pro nalezení a vytvoření nového uspořádání výrobního procesu je třeba splnit určité cíle řízení výroby (KERKOVSKÝ, 2001):

- vysoká pružnost výroby ve smyslu schopnosti pozitivně a rychle reagovat na požadavky zákazníků
- zkracování průběžných dob výroby
- snižování nákladů, zásob a rozpracované výroby
- vysoká produktivita
- plynulost a rychlost materiálových toků
- efektivní využití výrobních kapacit

Materiálové toky

Materiálové toky v podniku jsou řízeny výrobní logistikou. Musí splňovat několik požadavků (JUROVÁ, 2013):

- přímočarost
- přehlednost
- žádné vrácení
- žádný problém s křížením
- co možno nejkratší

Materiálové toky jsou určeny (JUROVÁ, 2013):

- směrem
- intenzitou
- frekvencí

Prací projektanta je prostorové rozmístění výrobních jednotek. Navrhován může být výrobní objekt, dílna, stroj, skupina strojů či zařízení. Zde je potřeba odpovědět na důležitou otázku a to, jak optimálně rozmístit dané výrobní jednotky, abychom dosáhli plynulosti materiálových toků. Pro optimální rozmístění mohou být použity následující metody (JUROVÁ, 2013):

- **Analytické metody**

- Šachovnicová tabulka – znázorňuje přehledně materiálové přesuny (zpravidla v hmotnostních jednotkách, uskutečněné za určité časové období mezi jednotlivými vnitropodnikovými útvary nebo mezi podnikem a vnějším prostředím. Může být i použita pro určení prostorového rozmístění z pohledu velikosti a četnosti spolupráce mezi jednotlivými pracovišti.
 - Trojúhelníková metoda – tato metoda vyjadřuje vztahy mezi pracovišti, podobně jako předchozí metoda
 - Metoda souřadnic – spotřebitelské nebo naopak dodavatelské objekty se vloží do souřadnicové sítě a centrálně dodávající nebo naopak spotřebitelské pracoviště se přiřadí po nalezení souřadnic, které se zjistí jako vážený průměr souřadnic výchozích objektů. Při výpočtu hraje roli množství předávaných materiálových toků.
 - Senkeyův diagram – slouží pro grafické znázornění průběhu materiálového toku mezi objekty v celém výrobním procesu. Tloušťka čar vyjadřuje objem materiálu za určitou časovou jednotku, délka čáry znázorňuje vzdálenost přepravy, šipy směr toku, šrafování či barevné odlišení druh přepravovaného materiálu
- **Metoda Craft** – je podobná metodě síťové analýzy. Cílem je sestavit takové rozmístění, aby náklady na manipulaci byly co nejnižší. Změna rozmístění pracovišť přináší změnu vzdáleností mezi nimi. Pracoviště se vzájemně vyměňují do chvíle, kdy už nelze nic zlepšit
 - **Simulace** – napodobuje systém, který je třeba řešit. Používá se především v provozech, kde je skutečné vyzkoušení systému náročné a přináší značné ztráty. Proces je napodobován pomocí informačních technologií. Význam nacházíme především při zjišťování účinků určitých rozhodnutí (změny vytížení kapacit, změny priorit zakázek, změny objednávek). Taktéž se využívá k návrhu řízení meziskladů, výrobních dávek atd.

- **Heuristický přístup** – v praxi se setkáváme se skutečností, že matematické modely nevedou k úspěšnému využití nebo že jejich použití nebude vzhledem k charakteru řešeného problému možné. V takový okamžik se volí heuristický přístup. Řešení se hledá pomocí algoritmu, který vede sice k nalezení řešení, ale nelze toho dosáhnout konkrétní metodou a formulací. Výsledné řešení není sice optimální, ale může být dostačující. Oproti stávajícím metodám jsou zde určitá omezení, která nemůžeme do matematických metod začlenit

Mapování hodnotového toku

Mapování hodnotového toku známe pod zkratkou VSM (value stream mapping). VSM je metoda zaměřená na analýzu průběhu zakázky procesem. Používá se především při optimalizování toků ve štihlé výrobě. Tok hodnot sleduje všechny procesy, které se podílejí na výrobku od vstupního materiálu po finální výrobek. Sleduje všechny procesy, ty které přidávají hodnotu výrobku, ale i ty které nepřidávají žádnou hodnotu. VSM se skládá ze čtyř kroků. Prvním krokem je výběr reprezentanta pro rodinu produktů, druhým krokem je znázornění současného stavu, třetím krokem je znázornění budoucího stavu a posledním krokem je realizace zlepšení. Výsledkem VSM by měl být poměr času přidávajícího hodnotu a průběžné doby výroby (SVOZILOVÁ, 2011).

Špagetový diagram

Špagetový diagram je grafickou metodou pro zachycení reálného toku. Klíčovým slovem je reálný. Jedná se o přesný pohyb materiálu nebo pracovníka za určitou časovou jednotku. Výsledky špagetového diagramu mohou být využity při optimalizaci výroby a layoutu (JUROVÁ, 2013).

Programová podpora

MS Visio

Jedná se o program s balíčku MS office, který lze použít v několika oblastech. Lze s ním zachytit vývojový diagram, vytvořit mapu sítě IT, navrhnout organizační diagram, zdokumentovat obchodní proces nebo nakreslit plán prostorového uspořádání. Visio slouží především pro vizualizaci.

5 Návrh realizace změn pro výrobní proces

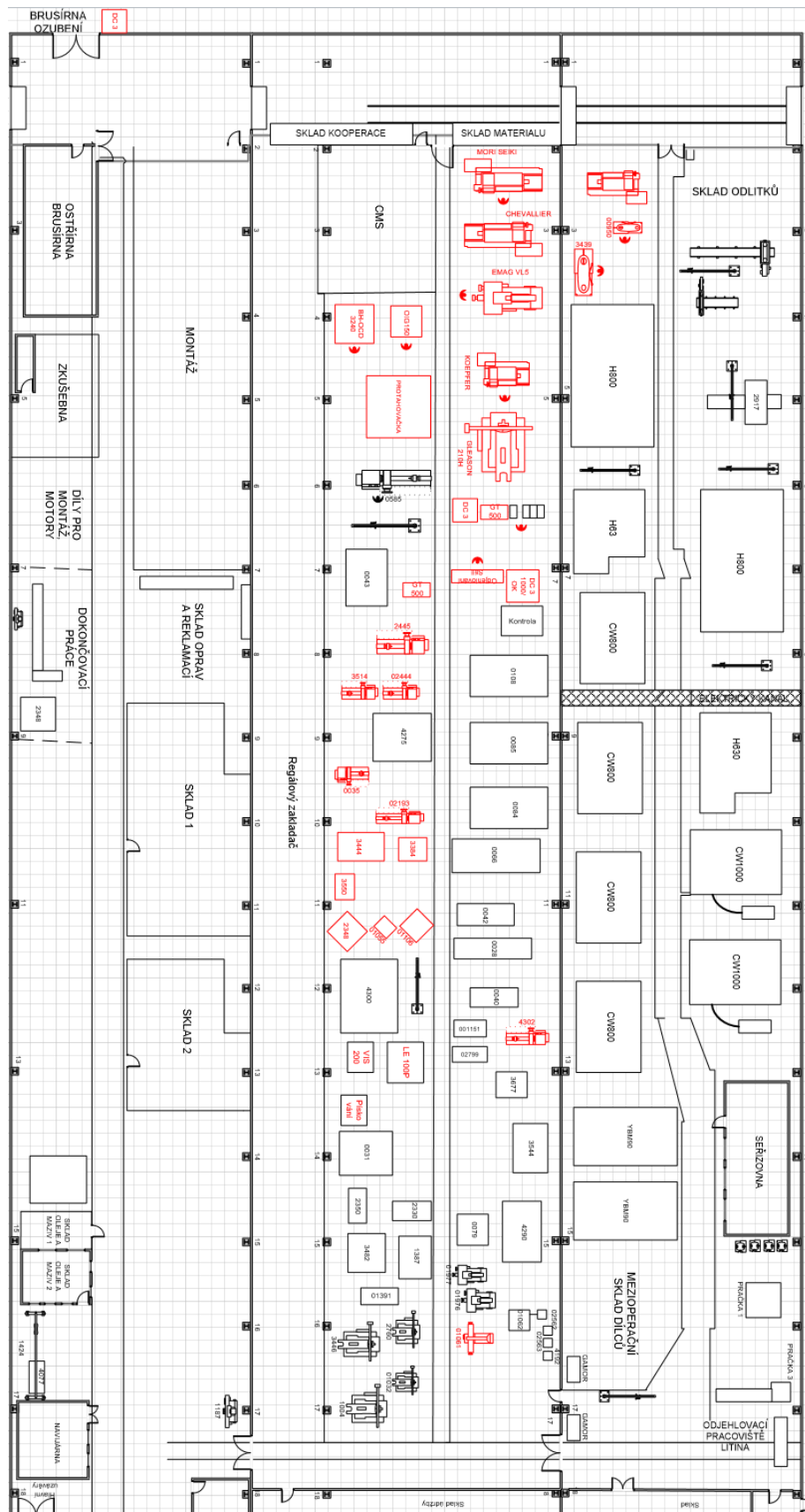
Na základě analýzy současného stavu výrobního procesu a systému lze usoudit, že je potřebné vykonat změny týkající se rozmístění pracovišť a to především z důvodu, že jednotlivá na sebe navazující pracoviště jsou rozmístěna daleko od sebe. Z toho plyne, že rozpracované dílce musí být transportovány ve velkých vzdálenostech, což stojí podnik čas a prostředky a nepřispívá k tvorbě přidané hodnoty. Z tohoto důvodu navrhuji nové uspořádání layoutu výrobní haly. Nové uspořádání layoutu by mělo splňovat a zároveň přispět k dosažení následujících kritérií:

- přímý a přehledný materiálový tok
- výrazně kratší trasy mezi jednotlivými operacemi
- plynulost a zefektivnění výrobního procesu

V kapitolách 5.1 až 5.4 bude návrh řešení detailně rozpracován, včetně určení podmínek realizace a následného přínosu pro podnik.

5.1 Návrh nového layoutu výrobní haly

Návrh nového layoutu výroby spočívá v logickém rozmístění pracovišť tak, jak na sebe ve výrobním procesu navazují. Pracoviště podílející se na výrobě námi zvolených produktů budou umístěny na začátku výrobní haly. Díky tomu dojde k výraznému zkrácení přepravních tras mezi jednotlivými pracovišti po případě mezi poslední operací a následnou kooperací.



Z nového návrhu layoutu můžeme vidět, že dojde k zachování technologického uspořádání pracovišť. Při vstupu do výrobní haly budou jako první umístěni stroje pro operaci soustružení, které jsou momentálně umístěny na pravé straně uprostřed haly. Tento krok je zcela logický, neboť téměř v každém případě je první operací vždy soustružení dílců. Prvním strojem v pořadí bude soustruh NLX 1500/500 MoriSeiki, který slouží v případě převodovky Still k soustružení hřídele a pastorku. Druhým strojem v pořadí bude FBL-250SY Chevalier, který je schopen zastoupit, v případě výpadku nebo přetížení kapacit, kterýkoliv ze soustruhů. Další v pořadí bude nově pořizovaný stroj EMAG VL 5 viz. kapitola 5.2, který bude primárně pořízen pro soustružení ozubených kol. V případě převodovky Still kolo 1 a 2ST a u převodovky EJC kolo ozubené a kolo čelní.

V návaznosti na soustružení je zpravidla další operací frézování ozubení a to zejména v případě převodovky Still a EJC. Z toho důvodu jsou ihned vedle soustruhů umístěny frézky Koepfer 200CNC a Gleason 210H. Frézka koepfer slouží k frézování menších dílců a to především všech dílců pro převodovku Still a Gleason je používám pro větší dílce převodovky EJC.

Součástí návrhu je i přemístění a sloučení lze říci buňky, která slouží pro odjehlování a odmašťování (praní) dílců. Toto pracoviště bylo umístěno na úplném konci haly, což mělo svou výhodu, ale spíše nevýhody. Výhodou bylo, že v mnoha případech je poslední výrobní operací právě praní, a po jeho dokončení mohly být dílce ihned transportovány zadní stranou haly na pracoviště montáže. Avšak vezmeme-li v potaz, že praní a odjehlování bylo ve výrobním procesu zařazeno několikrát, tak právě kvůli jeho umístění na konci výrobní haly docházelo k velkému prodloužení transportních tras, neboť například po operaci frézování putovali dílce do pračky a k další operaci protahování, museli putovat přes celou halu zpět. Tudíž navrhuji umístění „buňky“ odjehlování a praní za pracoviště frézování ozubení a tím dojde k výraznému zkrácení transportních cest. Jako první bude v pravém úhlu k středové cestě umístěn Gratomat GT 500 společně s pracovním stolem, ke kterému jsou upevněny čtyři horizontální vrtačky. Gratomat je speciální lze říci automatická bruska, která slouží k prvotnímu broušení ozubených kol. V prostřed bude umístěn jeden pracovní stůl pro ruční odjehlování veškerých dílců a v zadní části bude umístěn další stůl pro odjehlování hliníkových dílců, a to víka a skříně převodovky Still a skříně převodovky EJC, na které se používá ruční

frézka s výměnnými nastavci. Poslední část buňky bude tvořena dvěma pračkami a dalším gratomatem. Je třeba zde umístit dvě pračky, protože každá slouží k praní jiných dílců. Rozměrově větší pračka s označení DC 3 1000/OK slouží pro praní zmiňovaných hliníkových dílců a celý prací proces trvá delší dobu. Druhá pračka je menší a perou se v ní všechny ostatní dílce.

Ve výrobním procesu po odmaštění dílců je zpravidla další operací protahování vnitřních drážek, z toho důvodu je důležité mít toto pracoviště taktéž co nejbližší k předchozím. Tato operace je vždy prováděna v případě převodovky Still u obou ozubených kol, v případě převodovky EJC taktéž u obou kol a u dílce pastorek 1 a u spojky EZF u dílce magnetové těleso. Podnik má k dispozici dva stroje, které jsou umístěny vedle sebe a každý slouží pro jiné dílce (roli zde hraje opět rozměr.) Prvním strojem je protahovačka Ekin Rish-6,3x1000x400 využívána pro ozubená kola převodovky Still. Druhá protahovačka BVP 13/160 Varinelli slouží pro dílce převodovky EJC a spojky EZF. Toto pracoviště se nebude žádným způsobem přesouvat, neboť jeho poloha je vyhovující.

Posledními stroji, které museli být přesunuty co nejbližší k předešlým, jsou stroje na broušení, neboť právě broušení je zpravidla jednou z finálních operací a stroje nemohou být umístěny na konci haly tak jako za současného stavu. Jedná se o hrotovou brusku CNC s označením BH-OCD 3240 a CNC brusku na broušení otvorů OIG 150. Bruska OCD 3240 slouží především k broušení ozubení u hřídelí a pastorků a bruska OIG 150 k broušení otvorů u pastorků a ozubených kol a tyto operace tvoří tedy nedílnou součást námi zvolených výrobků. Obě tyto brusky budou umístěny hned na začátku obrobny po pravé straně hned za skladem materiálu. Zbylé broušení u dílců jako ozubená kola, pastorky jiného rozměru atd. probíhá na dvou strojích a to odvalovací brusce Gleason 160 TWG a profilové brusce Helix 400K. Tyto stroje jsou umístěny ve speciální místnosti mimo výrobní halu, z důvodu udržování celoroční konstantní teploty pro správný chod strojů a tudíž nemohou být přesunuty blíže k předchozím či následujícím pracovištím.

Vezmeme-li v potaz převodovku Still, tak nejvzdálenějším pracovištěm od vstupu do haly bude pracoviště vrtání a broušení na strojích Vesta u dílců víko a skříň. Zbylé dílce budou přesouvány mezi pracovišti, které budou umístěny lze říci v první čtvrtině

výrobní haly, což přinese velmi výrazné zkrácení transportních cest a nesmíme zapomenout na kooperaci, do které jsou dílce předávány po operaci praní, tudíž za současných podmínek, výrobek putoval od pracoviště na konec haly do pračky a v zápětí přes celou halu zpět na místo kooperace. Podobné situace bude dosaženo i v případě převodovky EJC s drobnými výjimkami, avšak nejdůležitější (technologicky nejnáročnější) dílce budou taktéž zpracovávány na začátku výrobní haly. Tyto výjimky mohou být ještě z části odstraněny přesunem výroby na jiné stroje, které jsou technologicky schopny danou práci zastoupit. Např. v případě hřídele, která je za současného stavu soustružena na stroji Hyundai SKT 250 SM, může být operace přesunuta na stroj Chevalier FBL-250SY a dojde k dalšímu zredukování transportní cesty a dosažení přímočařejšího materiálového toku. Na tohle se musí zaměřit oddělení technologie a plánování výroby, které zná kapacity a technologické možnosti jednotlivých strojů. V případě posledního produktu a to spojky EZF bude výrobní proces rozmístěn po celé výrobní hale a to především z důvodu, že celá spojka je složena z několika zcela odlišných dílců a ty jsou vyráběny na mnoha strojích, ale i za tohoto předpokladu dojde k výraznému zkrácení transportních cest díky nově navrženému layoutu, což budeme moci vidět v kapitole 5.3.

Pro nové rozmístění pracovišť je třeba uvolnit potřebné místo a tedy přesunout stroje, které se na těchto pozicích současně nacházejí. Jedná se o horizontální vyvrtávačku, dvě vertikální vyvrtávačky, pět soustruhů, a pracoviště frézování malých dílců, které se skládá z dvou frézek svislých, frézky horizontální, frézky drážkovací, frézky konzolové a značícího zařízení MULTI 4. Takže když to shrneme, jde o všechny stroje od začátku výrobní haly po pracoviště kontroly. Díky vyřazení dvou strojů z firemního portfolia a to souřadnicové vrtačky VXD 100 CNC a soustruhu UT 200SM Accuway (rozhodnutí vedení) získáme další volnou využitelnou plochu. Začneme-li postupně od příchodu do haly, tak první přemístění se bude týkat zmíněných vrtaček. Ty budou přesunuty do vedlejší haly, kde jsou umístěna obráběcí centra a budou umístěny ihned na začátku po pravé straně při vstupu, neboť je zde volná plocha k dispozici. Další v pořadí jsou soustruhy, kde bude zachováno jejich rozmístění v těsné blízkosti u sebe. Tři soustruhy budou nově umístěny po pravé straně za obráběcím centrem MCFV 1060 a poslední zhruba o 10 metrů níže pod frézku konzolovou FGS 63 CNC. Ihned pod soustruhem bude umístěno pracoviště frézování malých dílců, které svým rozmístěním

tvoří čtverec a uprostřed je manipulační a pracovní prostor. Dalším přesunem, který ještě navrhují, je přesun 3 strojů a to lisu LE 100P, vibračního omílacího stroje VIS 200 a zařízení sloužícího pro pískování. Tyto stroje jsou momentálně umístěny ve vedlejší hale, kde probíhá montáž. Tyto stroje lze označit za doplňkové, avšak podílejí se na výrobě některých dílců námi zvolených produktů. Pro přesunu strojů Gleason a Koepfer jsme dostali dostatečný prostor pro umístění těchto strojů a díky tomu dojde opět k výrazné úspoře transportních cest.

Další návrhy

Další změnou nebo lépe řečeno novinkou, která přispěje k dalšímu zkrácení transportních cest, bude umístění dalšího odmašťovacího (pracího) zařízení do prostor broušení ozubení. Jak bylo řečeno v předchozí části, jedná se o samostatnou místnost, ve které jsou umístěny dvě brusky a to odvalovací bruska Gleason 160 TWG a profilová bruska Helix 400K. Na tomto pracovišti probíhá finální operace broušení u převodovky Still na dílcích ozubené kolo 1 a 2ST a v případě převodovky EJC na dílcích kolo ozubené a pastorek 1. Při současné podobě layoutu se dílce z tohoto pracoviště přemísťují přes celou obrobnu na finální praní a pak následně opět přes celou halu na montáž, což výrazně prodlužuje transportní cestu a tím pádem průběžnou dobu výroby a toto neustálé přesouvání nám nijak nepřispívá k tvorbě přidané hodnoty. Díky nově umístěné pračce bude finální operace praní provedena ihned na stejném pracovišti jako předchozí operace. Z návrhu nového layoutu můžeme vidět, že pracoviště broušení a montáže jsou umístěny v těsné blízkosti vedle sebe a tedy následný transport dílců zabere minimální dobu.

Další návrh nebo oblast zlepšení by se mohla zaměřit na vysokou standardizaci výrobních operací. Díky které lze dosáhnout dalšího zkrácení průběžné doby výroby, po případě snižování stavu pracovníků. Standardizovaný výrobní proces bude takový, že každý pracovník bude přesně vědět co má v daný okamžik dělat a neudělá ani jeden zbytečný pohyb navíc, což povede k zvyšování produktivity. Toto je úzce spojeno s vybavením pracoviště a celkovou ergonomií. Pracovník musí mít k dispozici všechny potřebné nástroje a pomůcky, které v daný okamžik potřebuje. Pracovník by měl v ideálním případě vykonávat všechny činnosti ve stoje a nikam se zbytečně nezohýbat.

Dalším návrhem, který by vedl k zlepšení orientovaný do budoucnosti, je zavedení určité úrovně automatizace ve výrobním procesu. V současné době jsou dílce mezi jednotlivými pracovišti přesouvány pracovníkem k tomu primárně určeným. V budoucnu by mohli být do výrobního procesu zavedeny dopravní pásy, které by opět přispěly k zvýšení produktivity a celkové efektivnosti výroby.

Poslední návrh, který by bylo dobré zvážit, je zavedení operace odjehlování přímo u předchozího pracoviště. Po některých operacích následuje činnost odjehlování a funguje to takovým způsobem, že např. pracovník u frézování vyrobí 30 kusů hřídelí, které jsou následně přesunuty na samostatné pracoviště odjehlování. V případě, že by

tento pracovník měl u stroje stůl a potřebné pracovní pomůcky k odjehlení daného dílce, tak by tuto činnost mohl vykonávat v překryvném čase, kdy stroj obrábí další kus. Tím by došlo k úspoře času a tedy zkrácení celého procesu výroby, protože dílce by např. po frézování byly již odjehleny a mohli být rovnou přesunuty na následující výrobní operaci.

5.2 Nový stroj Emag VL 5

Vybrat ten správný a odpovídající stroj byl pro podnik docela náročný úkol a byly s tím spojeny různé potíže a dohady. Lidé, kteří se na výběrů stroje podíleli, věděli, k jakým účelům má stroj sloužit, ale rozcházeli se ve finálním výběru konkrétního zařízení. Jednoduše se potvrdilo pravidlo pět hlav, pět názorů, neboť bylo vybráno několik typů strojů, které se technologicky liší a například oddělení technologie vidělo přínosy a výhody u jednoho stroje a představitelé samotné výroby zase výhody u druhého typu. Nakonec po projednání všech hledisek a kritérií se vybral stroj od německého výrobce Emag Salach GmbH.

Jde tedy o vertikální jedno vřetenové obráběcí centrum. Tento stroj bude primárně využíván pro soustružení ozubených kol pro převodovku Still a EJC, přičemž díky jeho rychlosti soustružení bude kapacitně schopen pokrýt i další výrobu. Ozubená kola 1 a 2ST převodovky Still jsou v současnosti obráběna na soustruhu UT 200 SM, přičemž celková doba soustružení (prvotní soustružení i soustružení po kalení) je 3+1 minuty (1ST) a 3,5+1 minuty (2ST). Nový stroj Emag VL 5 dle časové studie bude schopen tutéž práci vykonat za 1,2+0,3 minuty (1ST) a 1,4+0,6 minuty (2ST), což je více než poloviční úspora času. V případě ozubených kol převodovky EJC je úspora na operaci soustružení v obou případech přibližně 1,9 minuty. Velkou výhodou tohoto stroje je (jeden z hlavních důvodů koupě), že je schopen zajistit i operaci tvrdého soustružení, tedy soustružení po operaci kalení. Další výhodou je, že bude sloužit jako záložní technologie pro operaci protahování vnitřní drážky a její následné odjehlení, takže v případě nečekaného výpadku strojů primárně pro to určených, bude tento stroj schopen plně tuto operaci zastoupit. Je možné, že v budoucnu i plně nahradit, kvůli další časové i finanční úspoře, neboť jak již jsem zmínil stroj je schopen na „jednom“ místě vykonat tři operace za sebou.

Tabulka 6 Rozměry a váha stroje (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)

Rozměry a váha	
	[mm,kg]
Délka	3200
Délka včetně dopravníků	4350
Šířka	1500
Výška	3200
Váha (approx.)	7500

5.3 Přínos návrhu řešení

Díky novému rozmístění pracovišť dojde k výraznému zkrácení transportních tras a celkovému snížení průměrné doby výroby.

Tabulka 7 Porovnání současného stavu s novým stavem (Zdroj: Vlastní zpracování)

Stav layoutu	Současný			Nový		
	Přidaná hod. (min)	Nepřidaná hod. (min)	Poměr časů	Přidaná hod. (min)	Nepřidaná hod. (min)	Poměr časů
Převodovka Still	64,1	72,6	46,90%	59,1	22,7	72,30%
Převodovka EJC	173,4	119,7	59,20%	169,7	60,7	73,70%
Spojka EZF	300,9	89,6	77,50%	300,9	70,1	81,10%

Z tabulky jsou jasně patrné změny, ke kterým díky novému návrhu layoutu došlo. V případě obou převodovek došlo i ke snížení času operací s přidanou hodnotou a to je způsobeno zakomponováním nového stroje do výrobního procesu, který je schopen danou operaci vykonávat v kratším časovém intervalu viz. předchozí kapitola. Časy operací, které nepřinášejí hodnotu, se snížily ve všech případech a to je způsobeno zkrácením transportních tras a tedy času k těmto přesunům potřebnému. V celkovém součtu se podařilo snížit časy nepřidávající hodnotu o 128,4 minuty. V případě převodovky Still je rozdíl času nepřinášející hodnotu největší a došlo ke změně ze 72,6 na 22,7 minuty, což je snížení o 220%. V případě převodovky EJC došlo k snížení času nepřinášející hodnotu o 59 minut tedy více jak 97%. V posledním případě a to u spojky EZF je změna výrazně menší a to 19,5 minuty, což je necelých 28%, ale jak bylo řečeno na začátku, primárně se layout optimalizoval pro produkty Still a EJC a spojka EZF byla zvolena jako doplňkový produkt, takový otazník, u kterého se čekalo, co daná změna přinese.

Tabulka 8 VSM pro dílec Kolo 2ST převodovky Still při novém návrhu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo 2ST		●	▼	◆	➡			dd=1bedna (20 ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▼					500	
2	Transport				➡	0,3	9	500	
3	Soustružení	●				1,4		500	Emag VL 5
4	Transport				➡	0,1	3	500	
5	Frézování	●				3,1		500	Koepfer 200 CNC
6	Transport				➡	0,3	10	500	
7	Praní	●				0,2		500	DC 3
8	Transport				➡	0,2	5	500	
9	Protahování	●				1,0		500	RISH 6,3x1000x400
10	Transport				➡	0,3	10	500	
11	Odjehlování	●				0,3		500	SWISS 270
12	Praní	●				0,2		500	DC 3
13	Transport				➡	1	31	500	
14	Cementace		▼			120h		500	kooperace
15	Transport				➡	0,3	9	500	
16	Soustružení	●				0,6		500	Emag VL 5
17	Transport				➡	1,2	35	500	
18	Broušení	●				1,8		500	Gleason 160 TWG
19	Praní	●				0,2		500	DC 3
20	Transport				➡	0,9	10	500	
Celkem		9	2		9	12,7	122		
Celkem Still		35	11		41	81,7	679,5		

Díky novému rozmístění pracovišť se nám především výrazně zkrátí přepravní vzdálenosti materiálu ve výrobním procesu a v návaznosti na přepravu i celková průběžná doba výroby. V případě převodovky Still došlo k snížení průběžné doby výroby z hodnoty 137 minut na hodnotu 81,7, což je z malého podílu způsobeno použitím nového stroje na dílce ozubené kolo 1 a 2ST, ale především optimalizací layoutu a tím zkrácení transportních tras. Za současného stavu činí součet všech transportních délek 2177 metrů,




























při zavedení návrhu bude celková transportní délka všech dílů 679,5 metrů, což je redukce o více než 220%. Další změnou je, že se podařilo snížit celkový počet operací na 87 z původních 90 a to právě jen v oblasti transportu mezi pracovišti, především z důvodu že, došlo k lepšímu rozložení pracoviště odjehlování, praní a dalších operací, které zde probíhají a přesun materiálu mezi těmito operacemi, již nelze považovat za transport, ale spíše jako drobná manipulace.

Tabulka 9 VSM pro dílec Pastorek 2 převodovky EJC při novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 2		●	▼	◆	➡			dd= 15ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▼					100	
2	Transport				➡	0,4	12	100	
3	Řezání	●				0,3		100	pila na kov
4	Transport				➡	0,4	12	100	
5	Žihání		▼			120h		100	kooperace
6	Transport				➡	2,0	60	100	
7	Soustružení					5,2		100	Tornado T8MS
8	Transport	●			➡	0,2	7	100	
9	Značení	●				0,4		100	Multi
10	Transport				➡	1,1	34	100	
11	Broušení	●				0,9		100	BH OCD 3240
12	Transport				➡	0,3	8	100	
13	Frézování	●				2,8		100	Gleason 210H
14	Transport				➡	1,1	32	100	
15	Frézování dráž.	●				2,5		100	FNW 32x500
16	Transport				➡	0,9	26	100	
17	Odjehlování	●				1,0		100	
18	Praní	●				1,0		100	DC 3
19	Transport				➡	1,0	31	100	
20	Kalení		▼			120h		100	kooperace
21	Transport				➡	0,5	14	100	
22	Broušení	●				4,6		100	BH OCD 3240
23	Transport				➡	0,4	12	100	
24	Praní	●				0,2		100	DC 3
25	Transport				➡	1,0	31	100	
Total		10	3		12	28,2	279		
Total EJC		58	16		63	230,4	1821		

V případě převodovky EJC došlo k snížení průběžné doby výroby z hodnoty 290,5 minuty na 230,4 minuty a stejně, jako v předchozím případě drobný podíl na tom nese zapojení nového stroje, ale především optimalizace layoutu. Zároveň došlo k snížení celkového počtu operací ze 142 na 137. V případě operací s přidanou hodnotou došlo k snížení především z důvodu, že v současném stavu u dílce ozubené kolo je dle technologické dokumentace operace soustružení rozdělena do tří kroků a po zapojení nového stroje bude tato operace vykonána najednou. Zbylý pokles operací je stejně jako v předchozím případě způsoben úbytkem přepravních tras. Co se vzdáleností týče, tak došlo k snížení celkové přepravní vzdálenosti mezi pracovišti na hodnotu 1821 metrů oproti původní hodnotě 3515 metrů, což je redukce o 93%.

Tabulka 10 VSM pro dílec Magnetové těleso spojky EZF při novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Magnetové těleso									
Č. op.	Činnost	 Přidaná hodnota	 Čekání	 Kontrola	 Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování							100	
2	Transport					1,03	31	100	
3	Praní					1,60		100	DC 3
4	Transport					1,13	34	100	
5	Soustružení					3,00		100	SU 50 A
6	Transport					1,17	35	100	
7	Odjehlování					1,60		100	
8	Transport					1,03	31	100	
9	Soustružení					11,50		100	Tornado T8M
10	Transport					1,00	30	100	
11	Vrtání					10,20		100	MCFV 1060
12	Transport					0,13	4	100	
13	Odjehlování					4,50		100	
14	Transport					0,60	18	100	
15	Soustružení					11,00		100	SU 50 A
16	Soustružení					1,70		100	SU 50 A
17	Transport					0,58	17,5	100	
18	Frézování					5,20		100	MCFV 1060
19	Transport					0,33	10	100	
20	Protahování					1,20		100	BVP 13/160
21	Transport					0,17	5	100	
22	Praní					0,50		100	DC 3

23	Odjehlování	●				6,00		100	
24	Transport				➡	1,48	44,5	100	
25	Broušení	●				3,90		100	BUB 50/1000
26	Transport				➡	1,48	44,5	100	
27	Odjehl./čištění					1,60		100	
28	Transport				➡	1,03	31	100	
Total		14	1		13	74,68	335,5		
Total pro EZF		68	11		62	371,06	2104,3		

V případě poslední „doplňkové“ spojky EZF se průběžná doba výroby snížila z 390,5 minuty na 371,1 minuty. Počet operací se snížil z původní hodnoty 144 na 141 a k tomu přispělo pouze snížení počtu transportů mezi pracovišti. Převážná délka při součtu všech dílců se snížila z původních 2676 metrů na 2104,3 metrů. To je pokles o 27,2%.

Tabulka 11 Jednotlivé rozdíly převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování)

Still							
Dílec	Čas (min)	Vzdálenost (m)		Čas po změně (min)	Vzdálenost po změně (m)	Rozdíl času (min)	Rozdíl vzdálenosti (m)
Skřín	14,7	122,5		13,5	87,5	-1,2	-35
Víko	11	122,5		9,8	87,5	-1,2	-35
Hřídel	25	319		18,4	118,5	-6,6	-200,5
Kolo 1ST	30,4	633		13,1	122	-17,3	-511
Pastorek	21	343,5		14,3	158	-6,7	-185,5
Kolo 2ST	32,4	636,5		12,7	122	-19,7	-514,5
Celkem	134,5	2177		81,8	695,5	-52,7	-1481,5

Tabulka 12 Jednotlivé rozdíly převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování)

EJC						
Dílec	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Čas po změně (min)	Vzdálenost po změně (m)	Rozdíl času (min)	Rozdíl vzdálenosti (m)
Skříň	38,1	150	38,1	150	0	0
Kolo ozubené	72,3	717	51,8	155	-20,5	-562
Kroužek dist.	6,9	148	5,9	117	-1	-31
Víčko	24,4	602	16,2	358,2	-8,2	-243,8
Hřídel	23,7	143,5	22,1	97	-1,6	-46,5
Pastorek 1	49,2	723	41	476,5	-8,2	-246,5
Kolo čelní	40,4	530	27,1	188	-13,3	-342
Pastorek 2	35,6	501	28,2	279	-7,4	-222
Celkem	293	3591	250,6	1820,7	-42,4	-1770,3

Tabulka 13 Jednotlivé rozdíly spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování)

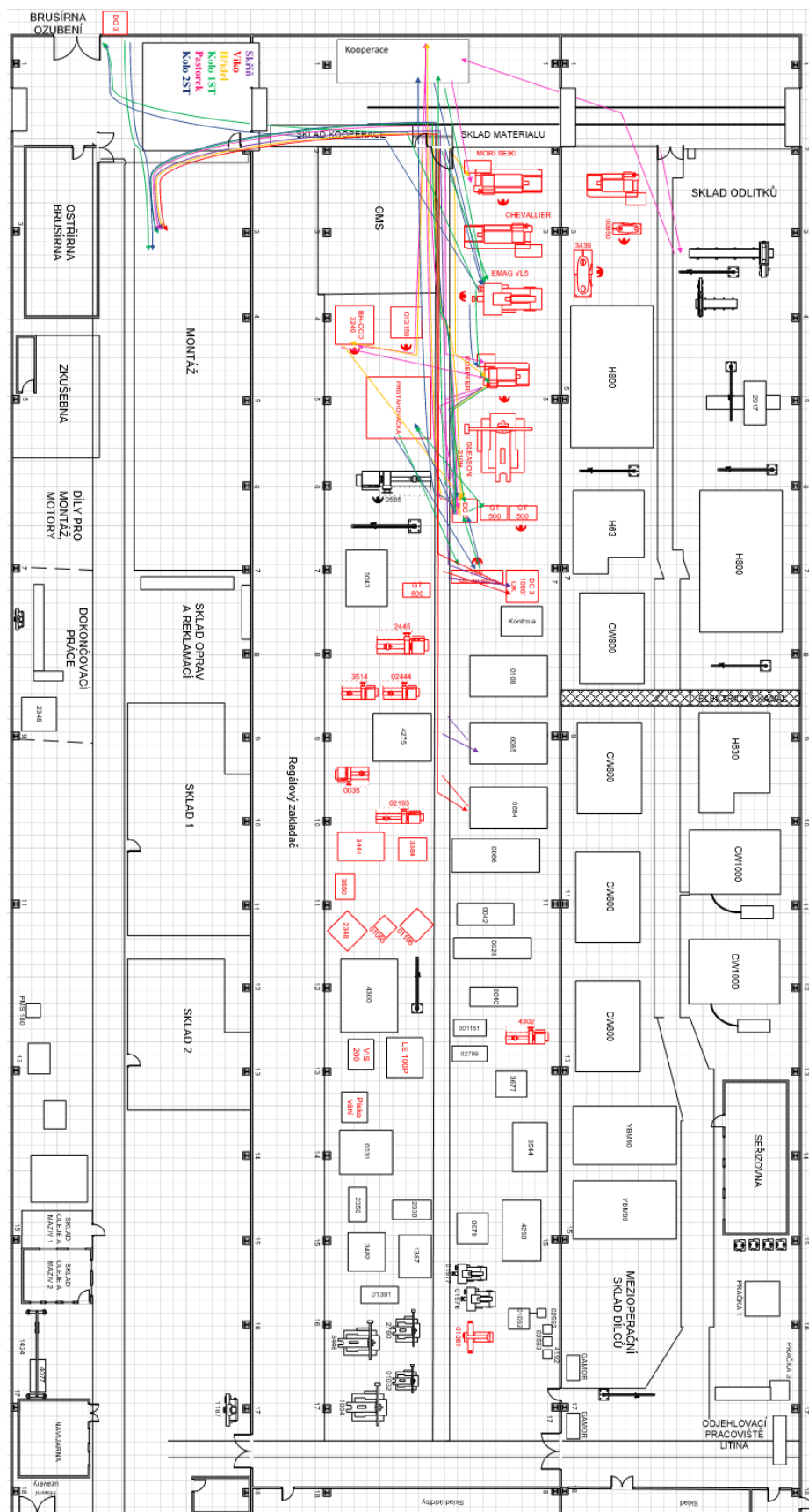
EZF						
Dílec	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Čas po změně (min)	Vzdálenost po změně (m)	Rozdíl času (min)	Rozdíl vzdálenosti (m)
Předlisek	17,8	144,5	17,8	144,5	0,0	0,0
Odtlač. Čep	0,8	24	0,8	24	0,0	0,0
Příruba	41,0	534	41,12	539	0,1	5,0
Kotva	51,2	305	49,43	264	-1,7	-41,0
Nosič cívky	49,9	457	46,03	340	-3,9	-117,0
Isolační podložka	7,5	203,5	6,58	171,5	-0,9	-32,0
Podložka cívky	6,7	193,5	5,07	146	-1,6	-47,5
Kryt ložiska	13,2	261	9,56	151,8	-3,6	-109,2
Magnetové těleso	80,1	498,5	74,68	335,5	-5,4	-163,0
Celkem	268,2	2621,0	251,07	2116,3	-17,15	-504,7

V předchozích třech tabulkách máme zcela jasně a přehledně znázorněny změny časů a vzdáleností u všech dílců, ze kterých jsou složeny námi zvolené produkty. Hodnoty času byly po konzultaci s technologickým oddělením vypočteny tak, že pracovníkovi, který vykonává činnost transportu mezi jednotlivými pracovišti, montáží a skladem, náleží dvě sekundy na jeden metr přesunu. Jak bylo řečeno v předchozí části, tak veškeré časové změny jsou způsobeny především změnou layoutu, tedy výrazným zkrácením vzdáleností mezi pracovišti a malé snížení je způsobeno zavedením nového stroje. Jak můžeme vidět v tabulkách, tak ve všech případech došlo k výraznému zkrácení

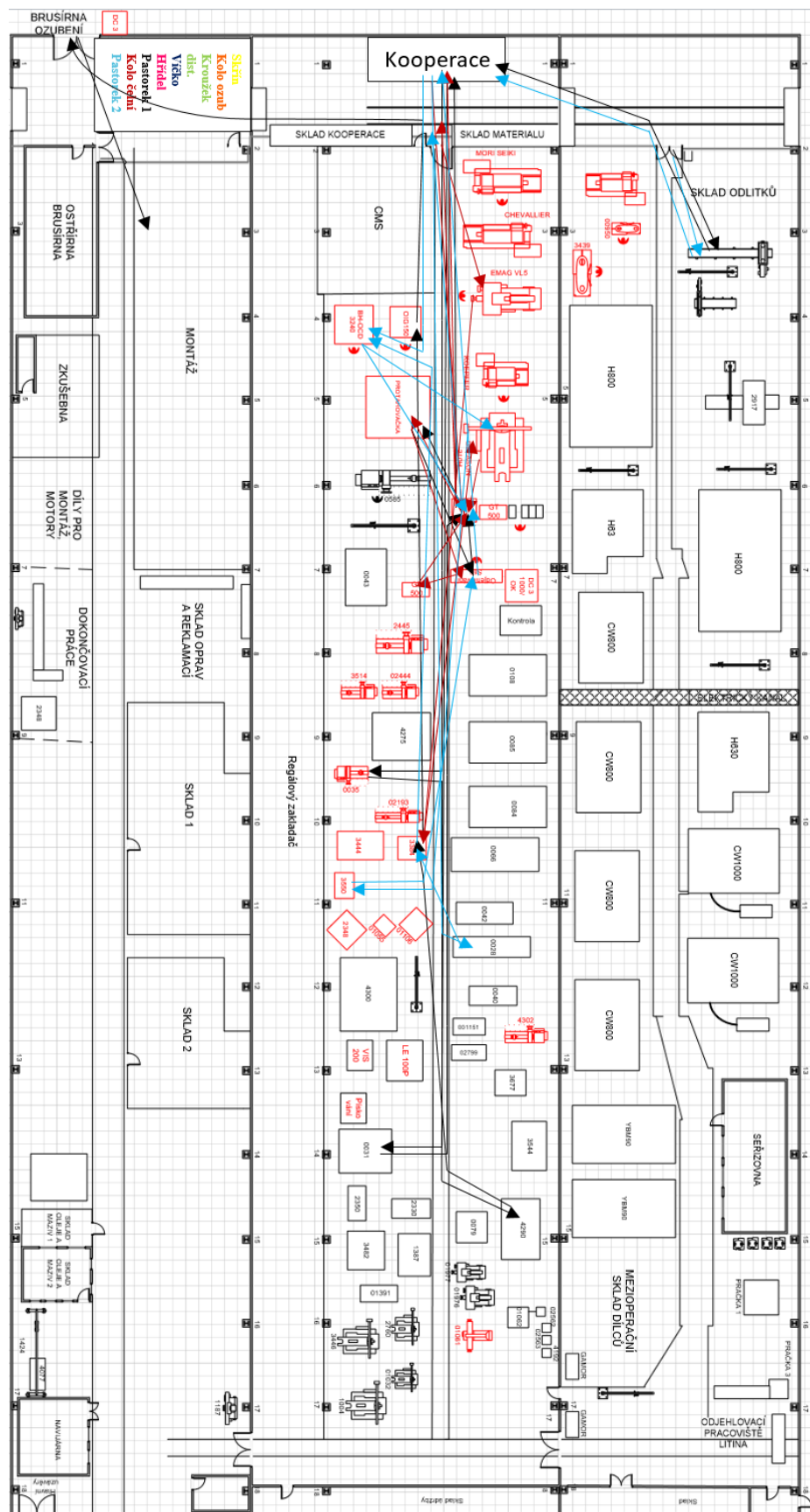
přepravených tras, pouze s jednou výjimkou a to u spojky EZF dílce příruba, kde oproti současnému stavu došlo k prodloužení vzdálenosti o pět metrů. To je zapříčiněno tím, že na tomto dílci probíhají dvě výrobní operace na strojích, které jsou umístěny na konci výrobní haly a nejsou předmětem naší změny. Jde o činnosti broušení na stroji SFRW 630, následný přesun na praní, po té na operaci obrážení na stroji OHA 12A a opět na praní. Jak můžeme vidět v nákresu starého layoutu tak tyto pracoviště jsou momentálně umístěny blízko sebe a jelikož dojde k přesunu celého pracoviště odjehlování a praní do přední části haly, tak z toho důvodu dojde k prodloužení přepravní vzdálenosti. Jde pouze o jeden výskyt prodloužení přepravní vzdálenosti, ale pokud se podíváme na produkt jako celek, tak došlo k snížení o více než 500 metrů.

Špagetový diagram

Na následujících třech diagramech je zachycen špagetový diagram nového návrhu layoutu. V prvním diagramu jsou zachyceny všechny materiálové toky převodovky Still. V případě převodovky EJC a spojky EZF je diagram rozdělen na dvě části z důvodu lepší grafické přehlednosti s tím, že druhou část lze nalézt v přílohách. V prvním diagramu můžeme názorně vidět, jakým způsobem došlo ke zkrácení materiálových toků, díky přesunu jednotlivých pracovišť. V případě převodovky EJC, je již výroba rozmístěna do více pracovišť po celé výrobní hale, což je způsobeno větším počtem dílců, na které je třeba použít větší množství technologií, ale z diagramu je jasné vidět, že nejvyšší koncentrace pohybu je právě v oblasti odjehlování a praní a přilehlých pracovišť. V posledním případě a to „doplňkového“ produktu spojky EZF, je opět nejvyšší koncentrace kolem pracoviště odjehlování a praní a přilehlých pracovišť a jelikož spojka EZF je tvořena z největšího počtu dílců, tak je pochopitelné, že její výrobní proces bude taktéž rozmístěn šířeji po výrobní hale.



Obrázek 46 Špagetový diagram převodovky Still v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)



Obrázek 47 Špagetový diagram převodovky EJC v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

5.4 Podmínky realizace

Aby podnik mohl úspěšně realizovat, a zavést nové řešení musí splnit několik podmínek, bez kterých nelze tyto změny uskutečnit. Patří sem:

- Zajištění potřebných finančních zdrojů
- Vyhrazení si potřebného času
- Zajištění dodavatele na úpravu podlahy a podkladu pro stroje atd.
- Nákup a zapojení nového stroje
- Zaškolení vedoucího výroby a pracovníků

Úplně prvním předpokladem pro uskutečnění změny je zajištění potřebných financí. Po osobním rozhovoru s technologií, technologickým ředitelem i přímo generálním ředitelem, jsme se dle jejich zkušeností a odborného odhadu shodli na částce přibližně 250 000 Kč, kterou si podnik připravil na proces změny layoutu. Další potřebné finance na pořízení nového stroje a dalšího pracího zařízení, má firma již vyhrazeny a proto tedy nehrozí vznik platební neschopnosti.

Dalším velmi podstatným faktorem je vyhrazení potřebného času pro celou realizaci. Celý proces přesunu bude velmi náročný a to nelze uskutečnit při plném provozu obrobny. Proto jsme se s vedením dohodli, že celá tato „akce“ bude naplánována na období celozávodní dovolené, která je předem plánována na poslední týden v Červenci a první týden v Srpnu. Konkrétní časové úseky budou níže zachyceny v Ganttově diagramu.

Dalším krokem je samotná realizace přesunu pracovišť a k tomu připojené doprovodné práce. Před každým umístěním stroje na nové místo, je třeba nejprve řádným způsobem připravit podloží a podlahu, která musím mít požadovanou nosnost. Mnoho strojů je pevně navrtáno k zemi a v případě jejich uvolnění z důvodu přesunu, dojde zpravidla k poničení podlahy, kterou je třeba znovu opravit (nanést novou vrstvu betonu a vyrovnat). Pro tuto práci firma využívá externího dodavatele, u kterého zná kvalitu práce na základě předchozích zkušeností, a kterého jistě znovu osloví. U většiny pracovišť je třeba mít po ruce hadici se stlačeným vzduchem, který se využívá pro čištění dílců. Stlačený vzduch je veden po celé hale centrálním rozvodem, takže bude akorát třeba napojit potřebné množství hadic, aby měl každý pracovník k dispozici. Podobně

tomu bude se zajištěním a rozvodem elektrické energie a vodního přítoku a odtoku pro nově umístěné prací zařízení.

Další podmínkou realizace je nákup a zapojení nového stroje a především přesun současných strojů na nová místa podle návrhu.

S tím vším je spojeno i zaškolení zaměstnanců a to především vedoucích pracovníků, kterými jsou vedoucí a mistři výroby. Potřebné je i zaškolení pracovníků (operátorů) přímo ve výrobě a to především z důvodu zajištění plynulosti výrobního procesu. Práce takového zaměstnance musí být standardizovaná, tak aby byly minimalizovány veškeré prostoje ve výrobním procesu.

Ganttův diagram

Tabulka 14 Ganttův diagram časové náročnosti jednotlivých činností (Zdroj: Vlastní zpracování)

ID	Činnost	Začátek	Konec	Doba trvání	24 čvc 2016						31 čvc 2016					
					25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5
1	Úplná demontáž pro prodej	25. 7. 2016	25. 7. 2016	1d	■											
2	Částečná demontáž pro přesun	25. 7. 2016	26. 7. 2016	2d	■	■										
3	Přemístění do místa odběru	25. 7. 2016	25. 7. 2016	1d	■											
4	Úprava rozvodů elektřiny a vody	26. 7. 2016	28. 7. 2016	3d		■	■	■								
5	Úprava podloží a podlahy	27. 7. 2016	29. 7. 2016	3d			■	■	■							
6	Přemístění na nová místa	1. 8. 2016	2. 8. 2016	2d								■	■			
7	Převzetí a umístění nového stroje	1. 8. 2016	1. 8. 2016	1d								■				
8	Zpětná montáž a zapojení strojů	2. 8. 2016	4. 8. 2016	3d									■	■	■	
9	Zkouška funkčnosti a způsštění	5. 8. 2016	5. 8. 2016	1d												■

Úplně první činností celé změny bude demontáž dvou strojů a jejich následný přesun na místo odběru, z důvodu jejich vyřazení a prodeje. Jde o soustruh UT 200 SM Accuway a vrtačku VXD 100 CNC. Současně s tím budou stroje, které jsou předmětem změny z části rozmontovány (jde například o rozpojení stroje a k němu připevněnému dopravníku). Podnik má k dispozici dva vysokozdvížné jeřáby, které přesun značně zjednoduší. Dalšími činnostmi jsou úprava rozvodů elektřiny, vody a následná úprava podlahy. V případě, že první den dojde k demontáži poloviny strojů, tak den následující, už může nastoupit dodavatel a začít s úpravovými pracemi. Bude-li podlaha upravena (zalita betonem a srovnána) a dostatečně vytuhnutá, může dojít k přesunu strojů na nové pozice dle návrhu. Jako poslední činnost bude následovat zpětná montáž a zapojení strojů a nakonec zkušební provoz.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo navržení nové podoby layoutu výrobní haly ve společnosti PSP Pohony a.s. Jelikož podnik vyrábí velké množství rozdílných výrobků a jde mnohdy o malosériovou či kusovou výrobu, dohodli jsme se s vedením na třech konkrétních produktech, které tvoří podstatný podíl na výrobním zatížení a pro které bude nový layout navrhnout a optimalizován. Součástí změny je vyřazení některých strojů a zařazení nového stroje, který bude firma pořizovat.

V první části práce je představen podnik, jeho výrobní program, proces a systém. V druhé části práce jsou sepsány teoretické východiska pro podporu řešení daného problému. V další části je provedena analýza současného výrobního procesu a systému, za použití analýzy materiálového toku hodnot a špagetového diagramu. Z analýzy bylo jasně zjištěno, že materiál putuje mezi jednotlivými pracovišti v extrémně dlouhých přepravních cestách, což stojí podnik čas a peníze a je tedy třeba provést změnu.

V poslední části práce je navrženo nové uspořádání jednotlivých pracovišť, přínosy návrhu a podmínky pro realizaci. V novém layoutu došlo k umístění strojů, které jsou předmětem změny do přední části výrobní haly a to především z důvodu, zkrácení transportní vzdálenosti pro předání do kooperace, kratší vzdálenosti přepravy hotových dílců na středisko montáže nebo zkrácení vzdálenosti přepravy dílců podléhajících operaci broušení na strojích, které jsou umístěny ve speciální místnosti. Zároveň došlo k zachování technologického uspořádání strojů. Taktéž došlo k přemístění pracoviště odjehlování a praní do přední části haly a to z důvodu, že se jedná o operace, které se ve výrobním procesu na jednom produktu několikrát opakují, a proto je důležité mít toto pracoviště umístěno co nejbližší k předchozím a následujícím pracovištím, neboť právě tyto operace nám značně prodlužovali celkové transportní trasy. Díky novému uspořádání pracovišť, jsou materiálové toky mezi jednotlivými pracovišti velmi výrazně zkráceny, což vede k značné úspoře času a finančních prostředků. Lze tedy konstatovat, že základní stanovené cíle práce byly splněny.

Seznam použitých zdrojů

Knihy

1. HEŘMAN, J. Řízení výroby 1. vydání Slaný: Melandrium, 2001, 167 s., ISBN 80-86175-15-4
2. JUROVÁ, M. a kol. Výrobní procesy řízené logistikou. 1.vyd. Praha Albatros Media, 2013, 260s. ISBN 978-80-265-0059-9.
3. KEŘKOVSKÝ, Miloslav. Moderní přístupy k řízení výroby. 1.vyd. Praha: C. H. Beck, 2011, xi, 115 s. ISBN 80-7179-471-6.
4. KAVAN, M. Výrobní a provozní management. 1. vydání Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2002, 424 s. ISBN 80-247-0199-5
5. KOŠTURIAK, J. CHAĚ, J. Inovace vaše konkurenční výhoda. Brno: Computer Press, 2008, 164s. ISBN 978-80-251-1020-7.
6. KOŠTURIAK, J., Kaizen: osvědčená praxe českých a slovenských podniků . Brno: Computer Přes, 2010, 234s. ISBN 978-80-251-2349-2.
7. KOŠTURIAK, J., FROLÍK, Z. A kol. Štíhlý a inovativní podnik 1. vydání Praha: Alfa Publishing, 2006, 240 s. ISBN 80-86851-38-9
8. MAKOVEC, J. Organizace a plánování výroby. Praha: Vysoká škola ekonomická, 1998. ISBN 80-7079-171-3.
9. RASTOGI, M. Production and operation management. Bangalore: University science press, 2010. 168 s. ISBN 978-938-0386-812.
10. SVOZILOVÁ, A. Zlepšování podnikových procesů. Praha: Grada, 2011. ISBN 978-80-247-3938-0.
11. UČEŇ, P. Zvyšování výkonnosti firmy na bázi potenciálu zlepšení. Praha: GRADA Publishing, 2008, 190s. ISBN 978-80-247-2472-0.

Další zdroje

PSP Pohony. *INTERNÍ ZDROJE a materiály*. Přerov 2015 [cit. 2016-02-01]

Informační system podniku

Seznam obrázků

Obrázek 1 Organizační struktura podniku (Zdroj: Interní zdroje)	13
Obrázek 2 Speciální převodovka EJC pro manipulační techniku (Zdroj: Interní zdroje)	15
Obrázek 3 Čelní převodovka E BOX I (Zdroj: Interní zdroje)	16
Obrázek 4 Kuželočelní převodovka třístupňová s válcovým výstupním hřídelem (Zdroj: Interní zdroje)	17
Obrázek 5 Speciální kotoučová spojka EKA (Zdroj: Interní zdroje)	17
Obrázek 6 Pružná spojka VPS (Zdroj: Interní zdroje)	18
Obrázek 7 Mechanická lamelová dvojspojka LSV (Zdroj: Interní zdroje)	19
Obrázek 8 Elektromagnetická kotoučová spojka EKA (Zdroj: Interní zdroje)	20
Obrázek 9 Elektromagnetická lamelová spojka ELK (Zdroj: Interní zdroje)	21
Obrázek 10 Elektromagnetická zubová spojka EZA (Zdroj: Interní zdroje)	22
Obrázek 11 Speciální brzda EBB (Zdroj: Interní zdroje)	23
Obrázek 12 Současná podoba layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)	27
Obrázek 13 Kusovník převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	31
Obrázek 14 Výrobní postup skříně (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	31
Obrázek 15 Výrobní postup víka (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů) ...	32
Obrázek 16 Výrobní postup hřídele (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	32
Obrázek 17 Výrobní postup kola 1ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	33
Obrázek 18 Výrobní postup pastorku 2ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	33
Obrázek 19 Výrobní postup kola 2ST (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	34
Obrázek 20 Kusovník převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	34
Obrázek 21 Výrobní postup skříně (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	35
Obrázek 22 Výrobní postup kola ozubeného (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	35

Obrázek 23 Výrobní postup Kroužek dist. (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	36
Obrázek 24 Výrobní postup Víčko (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů). 36	
Obrázek 25 Výrobní postup Hřídel (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů) 36	
Obrázek 26 Výrobní postup Pastorek 1 (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	37
Obrázek 27 Výrobní postup Kolo čelní (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	37
Obrázek 28 Výrobní postup Pastorek 2 (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	38
Obrázek 29 Kusovník spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů). 38	
Obrázek 30 Výrobní postup Předlisek (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	39
Obrázek 31 Výrobní postup Odtlačovací čep (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	39
Obrázek 32 Výrobní postup Příruba (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	39
Obrázek 33 Výrobní postup Kotva (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů) 40	
Obrázek 34 Výrobní postup Nosič cívky (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	40
Obrázek 35 Výrobní postup Isolační podložka (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	41
Obrázek 36 Výrobní postup Podložka cívky (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	41
Obrázek 37 Výrobní postup Kryt ložiska (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	41
Obrázek 38 Výrobní postup Magnetové těleso (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů).....	42
Obrázek 39 Špagetový diagram převodovky Still současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování).....	48
Obrázek 40 Špagetový diagram převodovky EJC současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování).....	49

Obrázek 41 Špagetový diagram EZF současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování).....	50
Obrázek 42 Štíhlá výroba (Zdroj: Košturiak, 2006)	58
Obrázek 43 Předmětné uspořádání (Zdroj: Vlastní zpracování).....	67
Obrázek 44 Technologické uspořádání (Zdroj: Vlastní zpracování).....	69
Obrázek 45 Návrh nového layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	74
Obrázek 46 Špagetový diagram převodovky Still v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	89
Obrázek 47 Špagetový diagram převodovky EJC v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	90
Obrázek 48 Špagetový diagram spojky EZF v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování).....	91

Seznam tabulek

Tabulka 1 Seznam strojů (Zdroj: INTERNÍ ZDROJE)	28
Tabulka 2 VSM pro dílec Kolo 2ST převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování) ...	43
Tabulka 3 VSM pro dílec Pastorek 2 převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování)	45
Tabulka 4 VSM pro dílec Magnetové těleso spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování)	46
Tabulka 5 Roční kapacity stojů (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů)	51
Tabulka 6 Rozměry a váha stroje (Zdroj: Vlastní zpracování dle interních zdrojů) ..	81
Tabulka 7 Porovnání současného stavu s novým stavem (Zdroj: Vlastní zpracování)	82
Tabulka 8 VSM pro dílec Kolo 2ST převodovky Still při novém návrhu (Zdroj: Vlastní zpracování)	83
Tabulka 9 VSM pro dílec Pastorek 2 převodovky EJC při novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)	84
Tabulka 10 VSM pro dílec Magnetové těleso spojky EZF při novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)	85
Tabulka 11 Jednotlivé rozdíly převodovky Still (Zdroj: Vlastní zpracování)	86
Tabulka 12 Jednotlivé rozdíly převodovky EJC (Zdroj: Vlastní zpracování)	87
Tabulka 13 Jednotlivé rozdíly spojky EZF (Zdroj: Vlastní zpracování)	87
Tabulka 14 Ganttův diagram časové náročnosti jednotlivých činností (Zdroj: Vlastní zpracování)	93

Seznam příloh

Příloha 1 VSM dílce Skříň převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 2 VSM dílce Víko převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 3 VSM dílce Hřídel převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 4 VSM dílce Kolo 1ST převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 5 VSM dílce Pastorek 2ST převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 6 VSM dílce Skříň převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 7 VSM dílce Kolo ozubené převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 8 VSM dílce Kroužek dist. převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 9 VSM dílce Víčko převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 10 VSM dílce Hřídel převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 11 VSM dílce Pastorek 1 převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 12 VSM dílce Kolo čelní převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 13 VSM dílce Předlisek spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 14 VSM dílce Odtlačovací čep spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 15 VSM dílce Příruba spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 16 VSM dílce Kotva spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 17 VSM dílce Nosič cívky spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 18 VSM dílce Isolační podložka spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 19 VSM dílce Podložka cívky spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 20 VSM dílce Kryt ložiska spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 21 Špagetový diagram převodovky EJC v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 22 Špagetový diagram spojky EZF v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 23 VSM dílce Skříň převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 24 VSM dílce Víko převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 25 VSM dílce Hřídel převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 26 VSM dílce Kolo 1ST převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 27 VSM dílce Pastorek 2ST převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 28 VSM dílce Skříň převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 29 VSM dílce Kolo ozubené převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 30 VSM dílce Kroužek dist. převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 31 VSM dílce Víčko převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 32 VSM dílce Hřídel převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 33 VSM dílce Pastorek 1 převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 34 VSM dílce Kolo čelní převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 35 VSM dílce Předlisek spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 36 VSM dílce Odtlačovací čep spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 37 VSM dílce Příruba spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 38 VSM dílce Kotva spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 39 VSM dílce Nosič cívky spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 40 VSM dílce Isolační podložka spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 41 VSM dílce Podložka cívky spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příloha 42 VSM dílce Kryt ložiska spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Skříň		○	▽	◇	➡			dd=66ks/směna (3směny)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport				➡	1,4	42,5	400	
3	Obrábění	○				9,6		400	Vesta 610 D
4	Transport				➡	1,8	53	400	
5	Praní	○				1,0		400	DC 3 1000/OK
6	Transport				➡	0,9	27	400	
Celkem		2	1		3	14,7	122,5		

Příloha 1 VSM dílce Skříň převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Víko		○	▽	◇	➡			dd=66ks/směna (3směny)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport				➡	1,4	42,5	400	
3	Obrábění	○				6,0		400	Vesta 610D
4	Transport				➡	1,8	53	400	
5	Praní	○				0,9		400	DC 3 1000/OK
6	Transport				➡	0,9	27	400	
Celkem		2	1		3	11,0	122,5		

Příloha 2 VSM dílce Víko převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Hřídel		○	▽	◇	➡			dd= 1 bedna (40ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					600	
2	Transport				➡	1,8	54	600	
3	Soustružení	○				7,0		600	NLX 1500/500
4	Transport				➡	0,7	19,5	600	
5	Frézování	○				3,2		600	Koepfer 200 CNC
6	Transport				➡	0,8	22,5	600	

7	Praní	○				0,2		600	DC 3
8	Transport				⇨	3,2	96	600	
9	Cementace		▽			120h		600	kooperace
10	Transport				⇨	2,5	75	600	
11	Broušení	○				3,8		600	BH - OCD 2040
12	Transport				⇨	0,8	25	600	
13	Praní	○				0,2		600	DC 3
14	Transport				⇨	0,9	27	600	
Celkem		5	2		7	25,0	319		

Příloha 3 VSM dílce Hřidel převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo 1ST		○	▽	◇	⇨			dd= 1 bedna (40ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					500	
2	Transport				⇨	1,6	47,5	500	
3	Soustružení	○				3,0		500	UT 200 SM
4	Transport				⇨	0,9	26,5	500	
5	Frézování	○				2,3		500	Koepfer 200 CNC
6	Transport				⇨	0,8	22,5	500	
7	Praní	○				0,1		500	DC 3
8	Transport				⇨	0,4	12	500	
9	Gratomat	○				2,5		500	GT 500
10	Transport				⇨	2,2	66	500	
11	Protahování	○				0,8		500	RISH-6,3x1000x400
12	Transport				⇨	2,2	67	500	
13	Odjehlování	○				0,2		500	SWISS 270
14	Praní	○				0,1		500	DC 3
15	Transport				⇨	3,2	96	500	
16	Cementace		▽			120h		500	kooperace
17	Transport				⇨	1,6	47,5	500	
18	Soustružení	○				1,0		500	UT 200 SM
19	Transport				⇨	2,9	86	500	
20	Broušení	○				1,4		500	Gleason 160 TWG
21	Transport				⇨	4,5	135	500	
22	Praní	○				0,1		500	DC 3
23	Transport				⇨	0,9	27	500	
Celkem		10	2		11	32,6	633		

Příloha 4 VSM dílce Kolo 1ST převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 2ST		○	▽	◇	⇨			dd= 1 bedna (180ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					500	
2	Transport				⇨	0,4	12	500	
3	Řezání	○				0,1		500	Pila
4	Transport				⇨	0,4	12	500	
5	Zušlechťování		▽			120h		500	kooperace
6	Transport				⇨	1,8	54	500	
7	Soustružení	○				3,3		500	NLX 1500/500
8	Transport				⇨	0,7	19,5	500	
9	Frézování	○				1,1		500	Koepfer 200 CNC
10	Transport				⇨	0,8	22,5	500	
11	Praní	○				0,1		500	DC 3
12	Transport				⇨	3,2	96	500	
13	Cementace		▽			120h		500	kooperace
14	Transport				⇨	2,5	75	500	
15	Broušení	○				3,1		500	BH - OCD-3240
16	Transport				⇨	0,1	3	500	
17	Frézování	○				1,8		500	Koepfer 200 CNC
18	Transport				⇨	0,8	22,5	500	
19	Praní	○				0,1		500	DC 3
20	Transport				⇨	0,9	27	500	
Celkem		7	3		10	21,0	343,5		

Příloha 5 VSM dílce Pastorek 2ST převodovky Still - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Skříň		○	▽	◇	⇨			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,8	25	100	
3	Obrábění	○				6,0		100	HC-H63
4	Obrábění	○				15,3		100	HC-H63
5	Transport				⇨	2,2	67	100	
6	Řezání závitů	○				7,0		100	Main Tap M6-24
7	Transport				⇨	0,5	14	100	
8	Odjehlení	○				2,8		100	

9	Praní	○				2,0		100	DC 3 1000/OK
10	Transport				⇨	1,5	44	100	
Total		5	1		4	38,1	150		

Příloha 6 VSM dílce Skříň převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo ozubené		○	▽	◇	⇨			dd= 1 plato (15ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	1,9	57	100	
3	Soustružení	○				7,8		100	Tornado T8MS
4	Transport				⇨	0,3	10	100	
5	Frézování	○				3,8		100	Gleason 210H
6	Transport				⇨	0,9	28	100	
7	Praní	○				0,8		100	DC 3
8	Transport				⇨	2,6	77	100	
9	Protahování	○				2,5		100	BVP 13/160
10	Transport				⇨	2,5	75	100	
11	Odjehlování	○				0,8		100	
12	Praní	○				0,8		100	DC 3
13	Transport				⇨	3,2	96	100	
14	Kalení		▽			120h		100	Kooperace
15	Transport				⇨	3,0	89	100	
17	Odjehlování	○				3,5		100	GT 500
18	Transport				⇨	0,2	7	100	
19	Broušení	○				4,6		100	OIG 150
20	Transport				⇨	3,9	116	100	
21	Broušení ozub.	○				23,0		100	Helix 400K
22	Transport				⇨	4,5	135	100	
23	Praní	○				0,8		100	DC 3
24	Transport				⇨	0,9	27	100	
Total		10	2		11	72,3	717		

Příloha 7 VSM dílce Kolo ozubené převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kroužek dist.		○	▽	◇	⇒			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,4	12	100	
3	Řezání	○				0,1		100	pila na kov
4	Transport				⇒	0,4	12	100	
5	Trýskání		▽			96h		100	kooperace
6	Transport				⇒	1,6	46,5	100	
7	Soustružení	○				1,9		100	Harrison Alpha 1330
8	Transport				⇒	2,6	77,5	100	
Total		2	2		4	6,9	148		

Příloha 8 VSM dílce Kroužek dist. převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Víčko		○	▽	◇	⇒			dd=28 ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	2,4	72	100	
3	Lisování	○				0,4		100	LE 100P
4	Transport				⇒	3,6	106,5	100	
5	Vrtání	○				0,2		100	VR 4
6	Transport				⇒	3,6	106,5	100	
7	Lisování	○				1,0		100	LE 100P
8	Transport				⇒	3,8	114	100	
9	Upích./Vypích.	○				2,5		100	R5/ SR50
10	Transport				⇒	3,7	111	100	
11	Odjehlování	○				0,2		100	VIS 200
12	Transport				⇒	2,3	70	100	
13	Lakování		▽			120h		100	kooperace
14	Transport				⇒	0,7	22	100	
Total		5	2		7	24,4	602		

Příloha 9 VSM dílce Víčko převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Hřidel		○	▽	◇	⇨			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	1,7	50	100	
3	Soustružení	○				9,0		100	Hyundai SKT 250 SM
4	Transport				⇨	1,3	37,5	100	
5	Odjehlování	○				2,0		100	
6	Řezání závitů	○				3,0		100	Fraisa EH 1210
7	Praní	○				0,4		100	
8	Transport				⇨	0,6	19	100	
9	Broušení	○				4,5		100	OCD - 3240
10	Transport				⇨	1,2	37	100	
Total		5	1		4	23,7	143,5		

Příloha 10 VSM dílce Hřidel převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 1		○	▽	◇	⇨			dd=100ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,4	12	100	
3	Řezání	○				0,1		100	pila na kov
4	Transport				⇨	0,4	12	100	
5	Zušlechťování		▽			120h		100	kooperace
6	Transport				⇨	1,6	46,5	100	
7	Soustružení	○				1,9		100	Harrison Alpha 1330
8	Soustružení	○				0,8		100	Harrison Alpha 1330
9	Transport				⇨	1,2	37	100	
10	Frézování	○				5,3		100	OFA 16SC
11	Transport				⇨	0,7	20	100	
12	Praní	○				0,4		100	DC 3
13	Transport				⇨	2,3	69	100	
14	Protahování	○				1,2		100	BVP 13/130
15	Transport				⇨	2,2	67	100	
16	Odjehlování	○				0,8		100	
17	Praní	○				0,4		100	DC 3
18	Transport				⇨	3,2	96	100	

19	Kalení		▽			120h		100	Kooperace
20	Transport				⇨	2,8	83	100	
21	Broušení	○				0,8		100	RV 80 Gockel
22	Broušení otvorů	○				5,5		100	OIG 150
23	Transport				⇨	1,6	46,5	100	
24	Značení	○				0,4		100	Multi
25	Transport				⇨	2,4	72	100	
26	Broušení ozub.	○				7,3		100	Helix 400K
27	Transport				⇨	4,5	135	100	
28	Praní	○				0,2		100	DC 3
29	Transport				⇨	0,9	27	100	
Total		12	3		13	49,2	723		

Příloha 11 VSM dílce Pastorek 1 převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo čelní		○	▽	◇	⇨					dd=36ks
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj	
1	Skladování		▽					100		
2	Transport				⇨	2,0	60	100		
3	Soustružení	○				2,7		100	Tornado T8MS	
4	Soustružení	○				3,3		100	Tornado T8MS	
5	Soustružení	○				1,9		100	Tornado T8MS	
6	Transport				⇨	1,0	30	100		
7	Značení	○				0,5		100	Multi	
8	Transport				⇨	1,2	37	100		
9	Frézování	○				3,9		100	Gleason 210	
10	Transport				⇨	0,9	28	100		
11	Praní	○				1,0		100	DC 3	
12	Transport				⇨	2,3	69	100		
13	Protahování	○				1,2		100	BVP 13/130	
14	Transport				⇨	2,2	67	100		
15	Odjehlování	○				1,2		100		
16	Transport				⇨	0,3	8	100		
17	Odjehlení ozub.	○				5,0		100	GT 500	
18	Transport				⇨	0,4	12	100		
19	Praní	○				1,0		100	DC 3	
20	Transport				⇨	3,2	96	100		
21	Švingování		▽			240h		100	Kooperace	

22	Transport				⇒	3,2	96	100	
23	Praní	○				1,0		100	DC 3
24	Transport				⇒	0,9	27	100	
Total		11	2		11	40,4	530		

Příloha 12 VSM dílce Kolo čelní převodovky EJC - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Předlisek		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				4,50		100	pila na kov
4	Transport				⇒	0,40	12	100	
5	Žihání		▽			120h		100	kooperace
6	Transport				⇒	2,00	60	100	
7	Soustružení	○				6,30		100	Tornado T8M
8	Soustružení	○				1,50		100	Tornado T8M
9	Transport				⇒	0,77	23	100	
10	Broušení	○				0,70		100	RV 80 Gockel
11	Transport				⇒	1,25	37,5	100	
Celkem		4	2		5	17,82	144,5		

Příloha 13 VSM dílce Předlisek spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odtlačovací čep		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport					0,40	12	400	
3	Řezání	○				0,01		400	pila na kov
4	Transport					0,40	12	400	
5	Soustružení		▽			168 h		400	kooperace
Celkem		1	2		2	0,81	24		

Příloha 14 VSM dílce Odtlačovací čep spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příruba		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				2,25		100	pila na kov
4	Transport				⇒	3,10	93	100	
5	Soustružení	○				2,20		100	Tornado T8M
6	Soustružení	○				2,20		100	Tornado T8M
7	Transport				⇒	0,73	22	100	
8	Vrtání	○				3,30		100	Vesta 610 D
9	Transport				⇒	1,67	50	100	
10	Odjehlování	○				0,50		100	
11	Transport				⇒	5,17	155	100	
12	Zal. Epoxidem	○				1,90		100	
13	Tuhnutí	○				120,00		100	
14	Čištění po Epox.	○				0,70		100	
15	Transport				⇒	4,63	139	100	
16	Broušení	○				1,90		100	SFRW 630
17	Transport				⇒	0,53	16	100	
18	Praní	○				0,30		100	DC 3
19	Transport				⇒	0,33	10	100	
20	Obrázení	○				4,50		100	OHA 12A
21	Transport				⇒	0,33	10	100	
22	Praní	○				0,30		100	DC 3
23	Odjehlování	○				2,80		100	
24	Praní	○				0,30		100	DC 3
25	Transport				⇒	0,90	27	100	
Celkem		14	1		10	160,95	534		

Příloha 15 VSM dílce Příruba spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kotva		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽						
2	Transport				⇒	3,20	96	100	

3	Praní	○			⇒	1,50		100	DC 3
4	Transport				⇒	1,27	38	100	
5	Soustružení	○				2,00		100	SU 50A
6	Transport				⇒	1,00	30	100	
7	Odjehlování	○				1,60		100	
8	Transport				⇒	0,97	29	100	
9	Soustružení	○				5,80		100	Tornado T8M
10	Transport				⇒	0,07	2	100	
11	Soustružení	○				1,50		100	SU 50A
12	Transport				⇒	0,87	26	100	
13	Obrázení	○				22,10		100	OHA 12A
14	Transport				⇒	0,33	10	100	
15	Praní	○				0,40		100	DC 3
16	Odjehlování	○				2,80		100	
17	Transport				⇒	0,82	24,5	100	
18	Broušení	○				1,70		100	1 U
19	Transport				⇒	0,82	24,5	100	
20	Odjehlování	○				1,60		100	
21	Transport				⇒	0,83	25	100	
Celkem		10	1		10	51,17	305		

Příloha 16 VSM dílce Kotva spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Nosič cívky		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				4,50		100	pila na kov
4	Transport				⇒	3,10	93	100	
5	Hrubování	○				3,80		100	Tornado T8M
6	Hrubování	○				2,00		100	Tornado T8M
7	Transport				⇒	2,00	60	100	
8	Žihání		▽			120h		100	Kooperace
9	Transport				⇒	2,00	60	100	
10	Soustružení	○				2,00		100	Tornado T8M
11	Soustružení	○				1,40		100	Tornado T8M
12	Transport				⇒	0,77	23	100	
13	Vrtání	○				7,60		100	VXD 100 CNC

14	Transport				⇒	1,67	50	100	
15	Odjehlování	○				0,00		100	
16	Transport				⇒	0,07	2	100	
17	Vrtání	○				3,20		100	V 20 B
18	Transport				⇒	2,13	64	100	
19	Frézování	○				3,00		100	FB 32V
20	Transport				⇒	2,13	64	100	
21	Odjehlování	○				4,40		100	
22	Transport				⇒	0,07	2	100	
23	Řezání závitů	○				2,50		100	VU 12
24	Praní	○				0,30		100	DC 3
25	Transport				⇒	0,90	27	100	
Celkem		12	2		11	49,93	457		

Příloha 17 VSM dílce Nosič cívky spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Isolační podložka		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (m)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Stříhání	○				0,10		100	
4	Transport				⇒	4,22	126,5	100	
5	Lisování	○				0,20		100	LE 100P
6	Transport				⇒	2,73	82	100	
7	Broušení	○				0,06		100	1 U
8	Transport				⇒	0,82	24,5	100	
9	Odjehlování	○				0,50		100	
10	Transport				⇒	0,83	25	100	
Celkem		4	1		5	9,86	258		

Příloha 18 VSM dílce Isolační podložka spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

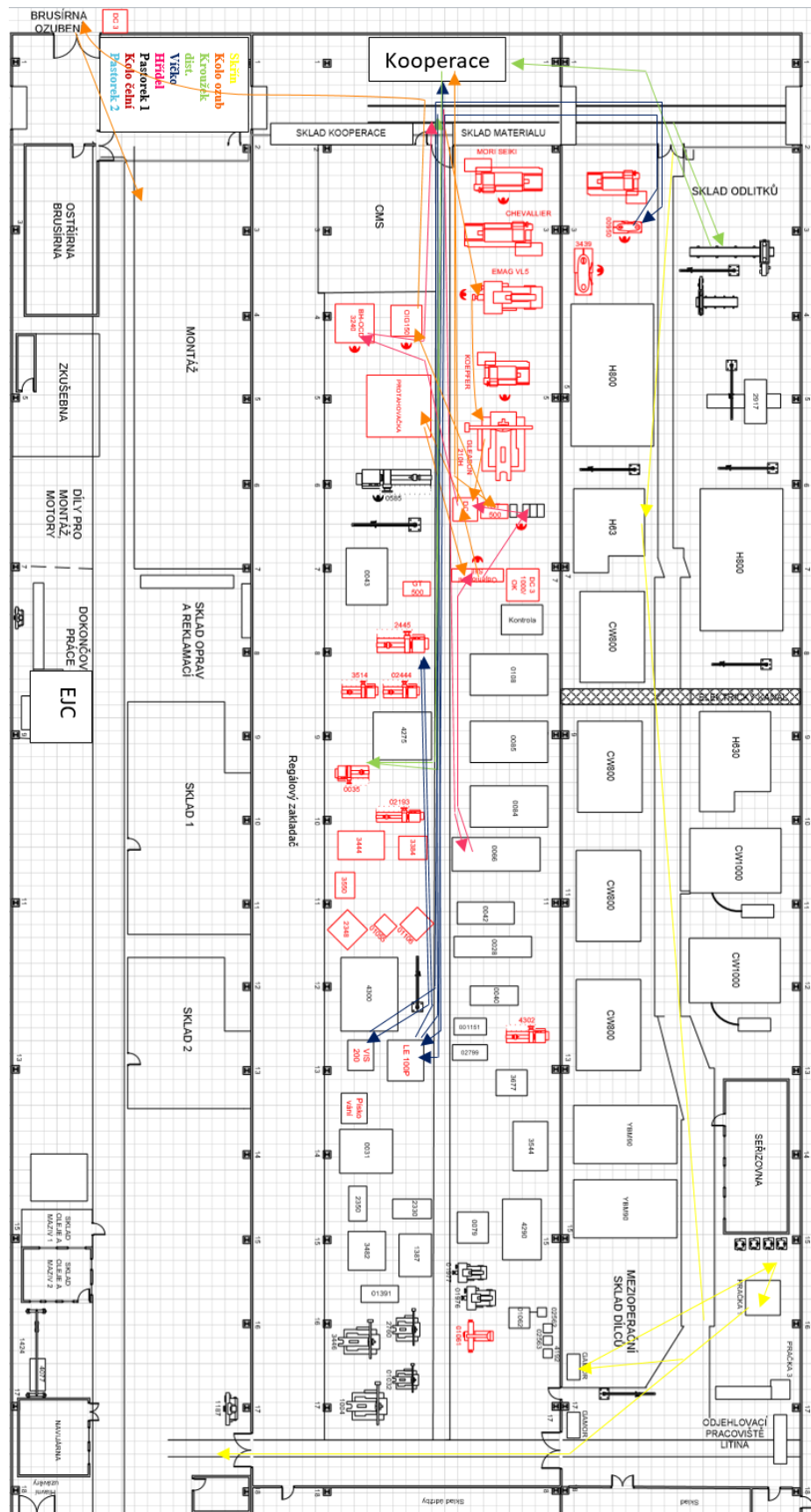
Podložka cívky		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	

2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Stříhání	○				0,10		100	
4	Transport				⇒	4,22	126,5	100	
5	Lisování	○				0,10		100	LE 100P
6	Transport				⇒	1,83	55	100	
Celkem		2	1		3	6,65	193,5		

Příloha 19 VSM dílce Podložka cívky spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kryt ložiska		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					30	
2	Transport				⇒	2,20	66	30	
3	Soustružení	○				1,00		30	SU 50A
4	Transport				⇒	0,97	29	30	
5	Vrtání	○				1,80		30	VXD 100 CNC
6	Transport				⇒	1,67	50	30	
7	Odjehlování	○				0,80		30	
8	Praní	○				0,40		30	DC 3
9	Transport				⇒	1,97	59	30	
10	Pískování	○				0,40		30	
11	Transport				⇒	0,07	2	30	
12	Odjehlování	○				0,10		30	VIS 200
13	Transport				⇒	1,83	55	30	
Celkem		6	1		6	13,20	261		

Příloha 20 VSM dílce Kryt ložiska spojky EZF - současný stav (Zdroj: Vlastní zpracování)



Příloha 21 Špagetový diagram převodovky EJC v novém layoutu (Zdroj: Vlastní zpracování)

Skříň		○	▽	◇	⇨			dd=66ks/směna (3směny)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport				⇨	1,4	42,5	400	
3	Obrábění	○				9,6		400	Vesta 610 D
4	Transport				⇨	0,5	14	400	
5	Praní	○				1,0		400	DC 3 1000/OK
6	Transport				⇨	1,0	31	400	
Celkem		2	1		3	13,5	87,5		

Příloha 23 VSM dílce Skříň převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Víko		○	▽	◇	⇨			dd=66ks/směna (3směny)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport				⇨	1,4	42,5	400	
3	Obrábění	○				6,0		400	Vesta 610D
4	Transport				⇨	0,5	14	400	
5	Praní	○				0,9		400	DC 3 1000/OK
6	Transport				⇨	1,0	31	400	
Celkem		2	1		3	9,8	87,5		

Příloha 24 VSM dílce Víko převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Hřídel		○	▽	◇	⇨			dd= 1 bedna (40ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					600	
2	Transport				⇨	0,1	2	600	
3	Soustružení	○				7,0		600	NLX 1500/500
4	Transport				⇨	0,5	15	600	
5	Frézování	○				3,2		600	Koepfer 200 CNC
6	Transport				⇨	0,5	13,5	600	

7	Praní	○				0,2		600	DC 3
8	Transport				⇨	1,0	31	600	
9	Cementace		▽			120h		600	kooperace
10	Transport				⇨	0,5	14	600	
11	Broušení	○				3,8		600	BH - OCD 2040
12	Transport				⇨	0,4	12	600	
13	Praní	○				0,2		600	DC 3
14	Transport				⇨	1,0	31	600	
Celkem		5	2		7	25,0			

Příloha 25 VSM dílce Hřidel převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo 1ST		○	▽	◇	⇨			dd= 1 bedna (40ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					500	
2	Transport				⇨	0,3	9	500	
3	Soustružení	○				1,2		500	Nový stroj (EMAG)
4	Transport				⇨	0,1	3	500	
5	Frézování	○				2,3		500	Koepfer 200 CNC
6	Transport				⇨	0,3	10	500	
7	Praní	○				0,1		500	DC 3
9	Gratomat	○				2,5		500	GT 500
10	Transport				⇨	0,2	5	500	
11	Protahování	○				0,8		500	RISH-6,3x1000x400
12	Transport				⇨	0,3	10	500	
13	Odjehlování	○				0,2		500	SWISS 270
14	Praní	○				0,1		500	DC 3
15	Transport				⇨	1,0	31	500	
16	Cementace		▽			120h		500	kooperace
17	Transport				⇨	0,3	9	500	
18	Soustružení	○				0,3		500	Nový stroj (EMAG)
19	Transport				⇨	1,2	35	500	
20	Broušení	○				1,4		500	Gleason 160 TWG
22	Praní	○				0,1		500	DC 3
23	Transport				⇨	0,3	10	500	
Total		10	2		9	13,1	122		

Příloha 26 VSM dílce Kolo 1ST převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 2ST		○	▽	◇	⇨			dd= 1 bedna (180ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					500	
2	Transport				⇨	0,4	12	500	
3	Řezání	○				0,1		500	Pila
4	Transport				⇨	0,4	12	500	
5	Zušlechťování		▽			120h		500	kooperace
6	Transport				⇨	0,1	2	500	
7	Soustružení	○				3,3		500	NLX 1500/500
8	Transport				⇨	0,5	15	500	
9	Frézování	○				1,1		500	Koepfer 200 CNC
10	Transport				⇨	0,3	10	500	
11	Praní	○				0,1		500	DC 3
12	Transport				⇨	1,0	31	500	
13	Cementace		▽			120h		500	kooperace
14	Transport				⇨	0,5	14	500	
15	Broušení	○				3,1		500	BH - OCD-3240
16	Transport				⇨	0,2	5	500	
17	Frézování	○				1,8		500	Koepfer 200 CNC
18	Transport				⇨	0,3	10	500	
19	Praní	○				0,1		500	DC 3
20	Transport				⇨	1,0	31	500	
Celkem		7	3		10	21,0	343,5		

Příloha 27 VSM dílce Pastorek 2ST převodovky Still – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Skříň		○	▽	◇	⇨			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,8	25	100	
3	Obrábění	○				6,0		100	HC-H63
4	Obrábění	○				15,3		100	HC-H63
5	Transport				⇨	2,2	67	100	
6	Řezání závitů	○				7,0		100	Main Tap M6-24
7	Transport				⇨	0,5	14	100	
8	Odjehlení	○				2,8		100	

9	Praní	○				2,0		100	DC 3 1000/OK
10	Transport				⇨	1,5	44	100	
Total		5	1		4	38,1	150		

Příloha 28 VSM dílce Skříň převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo ozubené		○	▽	◇	⇨			dd= 1 plato (15ks)	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,3	9	100	
3	Soustružení	○				6,0		100	Nový stroj (EMAG)
4	Transport				⇨	0,3	10	100	
5	Frézování	○				3,8		100	Gleason 210H
6	Transport				⇨	0,1	3	100	
7	Praní	○				0,8		100	DC 3
8	Transport				⇨	0,2	5	100	
9	Protahování	○				2,5		100	BVP 13/160
10	Transport				⇨	0,3	10	100	
11	Odjehlování	○				0,8		100	
12	Praní	○				0,8		100	DC 3
13	Transport				⇨	1,0	31	100	
14	Kalení		▽			120h		100	Kooperac
15	Transport				⇨	0,9	28	100	
17	Odjehlování	○				3,5		100	GT 500
18	Transport				⇨	0,4	13	100	
19	Broušení	○				4,6		100	OIG 150
20	Transport				⇨	1,2	36	100	
21	Broušení ozub.	○				23,0		100	Helix 400K
22	Praní	○				0,8		100	DC 3
23	Transport				⇨	0,3	10	100	
Total		9	2		10	51,8	155		

Příloha 29 VSM dílce Kolo ozubené převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kroužek dist.		○	▽	◇	⇒			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,4	12	100	
3	Řezání	○				0,1		100	pila na kov
4	Transport				⇒	0,4	12	100	
5	Trýskání		▽			96h		100	kooperace
6	Transport				⇒	1,6	46,5	100	
7	Soustružení	○				1,9		100	Harrison Alpha 1330
8	Transport				⇒	1,6	46,5	100	
Total		2	2		4	5,9	117		

Příloha 30 VSM dílce Kroužek dist. převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Víčko		○	▽	◇	⇒			dd=28 ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	2,2	65,8	100	
3	Lisování	○				0,4		100	LE 100P
4	Transport				⇒	3,0	90,3	100	
5	Vrtání	○				0,2		100	VR 4
6	Transport				⇒	3,0	90,3	100	
7	Lisování	○				1,0		100	LE 100P
8	Transport				⇒	0,6	17	100	
9	Upích./Vypích.	○				2,5		100	R5/ SR50
10	Transport				⇒	0,6	18	100	
11	Odjehlování	○				0,2		100	VIS 200
12	Transport				⇒	2,2	66,8	100	
13	Lakování		▽			120h		100	kooperace
14	Transport				⇒	0,3	10	100	
Total		5	2		7	16,2	358,2		

Příloha 31 VSM dílce Víčko převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Hřidel		○	▽	◇	⇨			dd= 28ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	1,7	51	100	
3	Soustružení	○				9,0		100	Hyundai SKT 250 SM
4	Transport				⇨	0,7	22	100	
5	Odjehlování	○				2,0		100	
6	Řezání závitů	○				3,0		100	Fraisa EH 1210
7	Praní	○				0,4		100	
8	Transport				⇨	0,3	10	100	
9	Broušení	○				4,5		100	OCD - 3240
10	Transport				⇨	0,5	14	100	
Total		5	1		4	22,1	97		

Příloha 32 VSM dílce Hřidel převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Pastorek 1		○	▽	◇	⇨			dd=100ks	
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,4	12	100	
3	Řezání	○				0,1		100	pila na kov
4	Transport				⇨	0,4	12	100	
5	Zušlechťování		▽			120h		100	kooperace
6	Transport				⇨	1,6	46,5	100	
7	Soustružení	○				1,9		100	Harrison Alpha 1330
8	Soustružení	○				0,8		100	Harrison Alpha 1330
9	Transport				⇨	1,2	37	100	
10	Frézování	○				5,3		100	OFA 16SC
11	Transport				⇨	1,5	44,5	100	
12	Praní	○				0,4		100	DC 3
13	Transport				⇨	0,2	5	100	
14	Protahování	○				1,2		100	BVP 13/130
15	Transport				⇨	0,3	10	100	
16	Odjehlování	○				0,8		100	
17	Praní	○				0,4		100	DC 3
18	Transport				⇨	1,0	31	100	

19	Kalení		▽			120h		100	Kooperace
20	Transport				⇨	2,8	83	100	
21	Broušení	○				0,8		100	RV 80 Gockel
22	Broušení otvorů	○				5,5		100	OIG 150
23	Transport				⇨	1,2	37	100	
24	Značení	○				0,4		100	Multi
25	Transport				⇨	2,7	79,5	100	
26	Broušení ozub.	○				7,3		100	Helix 400K
27	Transport				⇨	4,5	135	100	
28	Praní	○				0,2		100	DC 3
29	Transport				⇨	0,3	10	100	
Total		12	3		13	41,0	476,5		

Příloha 33 VSM dílce Pastorek 1 převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kolo čelní		○	▽	◇	⇨					dd=36ks
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj	
1	Skladování		▽					100		
2	Transport				⇨	0,3	9	100		
3	Soustružení	○				6,0		100	Nový stroj (EMAG)	
6	Transport				⇨	1,3	39	100		
7	Značení	○				0,5		100	Multi	
8	Transport				⇨	1,0	29	100		
9	Frézování	○				3,9		100	Gleason 210	
10	Transport				⇨	0,1	3	100		
11	Praní	○				1,0		100	DC 3	
12	Transport				⇨	0,2	5	100		
13	Protahování	○				1,2		100	BVP 13/160	
14	Transport				⇨	0,3	10	100		
15	Odjehlování	○				1,2		100		
16	Odjehlení ozub.	○				5,0		100	GT 500	
18	Praní	○				1,0		100	DC 3	
19	Transport				⇨	1,0	31	100		
20	Ševingování		▽			240h		100	Kooperace	
21	Transport				⇨	1,0	31	100		
22	Praní	○				1,0		100	DC 3	

23	Transport				⇒	1,0	31	100	
Total		9	2		9	27,1	188		

Příloha 34 VSM dílce Kolo čelní převodovky EJC – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Předlisek		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				4,50		100	pila na kov
4	Transport				⇒	0,40	12	100	
5	Žíhání		▽			120h		100	kooperace
6	Transport				⇒	2,00	60	100	
7	Soustružení	○				6,30		100	Tornado T8M
8	Soustružení	○				1,50		100	Tornado T8M
9	Transport				⇒	0,77	23	100	
10	Broušení	○				0,70		100	RV 80 Gockel
11	Transport				⇒	1,25	37,5	100	
Celkem		4	2		5	17,82	144,5		

Příloha 35 VSM dílce Předlisek spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Odtlačovací čep		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					400	
2	Transport					0,40	12	400	
3	Řezání	○				0,01		400	pila na kov
4	Transport					0,40	12	400	
5	Soustružení		▽			168 h		400	kooperace
Celkem		1	2		2	0,81	24		

Příloha 36 VSM dílce Odtlačovací čep spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Příruba		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				2,25		100	pila na kov
4	Transport				⇒	3,10	93	100	
5	Soustružení	○				2,20		100	Tornado T8M
6	Soustružení	○				2,20		100	Tornado T8M
7	Transport				⇒	0,73	22	100	
8	Vrtání	○				3,30		100	Vesta 610 D
9	Transport				⇒	0,3	9	100	
10	Odjehlování	○				0,50		100	
11	Transport				⇒	3,23	97	100	
12	Zal. Epoxidem	○				1,90		100	
13	Tuhnutí	○				120,00		100	
14	Čištění po Epox.	○				0,70		100	
15	Transport				⇒	4,63	139	100	
16	Broušení	○				1,90		100	SFRW 630
17	Transport				⇒	0,83	25	100	
18	Praní	○				0,30		100	DC 3
19	Transport				⇒	1,85	55,5	100	
20	Obrázení	○				4,50		100	OHA 12A
21	Transport				⇒	1,85	55,5	100	
22	Praní	○				0,30		100	DC 3
23	Odjehlování	○				2,80		100	
24	Praní	○				0,30		100	DC 3
25	Transport				⇒	1,03	31	100	
Celkem		14	1		10	161,12	539		

Příloha 37 VSM dílce Příruba spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kotva		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽						
2	Transport				⇒	1,03	31	100	

3	Praní	○			⇒	1,50		100	DC 3
4	Transport				⇒	0,2	6	100	
5	Soustružení	○				2,00		100	SU 50A
6	Transport				⇒	0,13	4	100	
7	Odjehlování	○				1,60		100	
8	Transport				⇒	1,03	31	100	
9	Soustružení	○				5,80		100	Tornado T8M
10	Transport				⇒	0,10	3	100	
11	Soustružení	○				1,50		100	SU 50A
12	Transport				⇒	0,82	24,5	100	
13	Obrázení	○				22,10		100	OHA 12A
14	Transport				⇒	1,85	55,5	100	
15	Praní	○				0,40		100	DC 3
16	Odjehlování	○				2,80		100	
17	Transport				⇒	1,12	33,5	100	
18	Broušení	○				1,70		100	1 U
19	Transport				⇒	1,12	33,5	100	
20	Odjehlování	○				1,60		100	
21	Transport				⇒	1,03	31	100	
Celkem		10	1		10	49,43	253		

Příloha 38 VSM dílce Kotva spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Nosič cívky		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Řezání	○				4,50		100	pila na kov
4	Transport				⇒	3,10	93	100	
5	Hrubování	○				3,80		100	Tornado T8M
6	Hrubování	○				2,00		100	Tornado T8M
7	Transport				⇒	2,00	60	100	
8	Žihání		▽			120h		100	Kooperace
9	Transport				⇒	2,00	60	100	
10	Soustružení	○				2,00		100	Tornado T8M
11	Soustružení	○				1,40		100	Tornado T8M
12	Transport				⇒	1,0	30	100	
13	Vrtání	○				7,60		100	MCFV

14	Transport				⇨	0,13	4	100	
15	Odjehlování	○				0,00		100	
16	Vrtání					3,20		100	V 20 B
17	Transport	○			⇨	0,83	25	100	
18	Frézování					3,00		100	FB 32V
19	Transport	○			⇨	0,83	25	100	
20	Odjehlování					4,40		100	
21	Řezání závitů	○				2,50		100	VU 12
22	Praní					0,30		100	DC 3
23	Transport	○			⇨	1,03	31	100	
Celkem		11	2		11	46,03	340		

Příloha 39 VSM dílce Nosič cívky spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

	Isolační podložka	○	▽	◇	⇨				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (m)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇨	0,40	12	100	
3	Stříhání	○				0,10		100	
4	Transport				⇨	3,10	93	100	
5	Lisování	○				0,20		100	LE 100P
6	Transport				⇨	0,07	2	100	
7	Broušení	○				0,06		100	1 U
8	Transport				⇨	1,12	33,5	100	
9	Odjehlování	○				0,50		100	
10	Transport				⇨	1,03	31	100	
Celkem		4	1		5	6,58	171,5		

Příloha 40 VSM dílce Isolační podložka spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Podložka cívky		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					100	
2	Transport				⇒	0,40	12	100	
3	Stříhání	○				0,10		100	
4	Transport				⇒	3,10	93	100	
5	Lisování	○				0,10		100	LE 100P
6	Transport				⇒	1,37	41	100	
Celkem		2	1		3	5,07	146		

Příloha 41 VSM dílce Podložka cívky spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)

Kryt ložiska		○	▽	◇	⇒				
Č. op.	Činnost	Přidaná hodnota	Čekání	Kontrola	Transport	Čas (min)	Vzdálenost (m)	Množství (ks)	Stroj
1	Skladování		▽					30	
2	Transport				⇒	1,63	48,8	30	
3	Soustružení	○				1,00		30	SU 50A
4	Transport				⇒	0,63	19	30	
5	Vrtání	○				1,80		30	MCFV
6	Transport				⇒	0,13	4	30	
7	Odjehlování	○				0,80		30	
8	Praní	○				0,40		30	DC 3
9	Transport				⇒	1,32	39,5	30	
10	Pískování	○				0,40		30	
11	Odjehlování					0,10		30	VIS 200
12	Transport	○			⇒	1,33	39,5	30	
Celkem		6	1		6	13,20	261		

Příloha 42 VSM dílce Kryt ložiska spojky EZF – nový layout (Zdroj: Vlastní zpracování)